RAPPORTS

DE L'AIR

AVEC LES ÊTRES ORGANISÉS.

TOME TROISIÈME.

RAPPORTS
DE L'AIR
AVEC LES ÊTRES ORGANISÉS
OU

TRAITÉS de l'action du poumon et de la peau des animaux sur l'air, comme de celle des plantes sur ce fluide.

TIRÉS des Journaux d'observations et d'expériences de Lazare Spallanzani, avec quelques Mémoires de l'Éditeur sur ces matières.

PAR JEAN SENEBIER,

Bibliothécaire de Genève, Membre de diverses Académies et Sociétés savantes, et Correspondant de l'Institut national.

ἐκπνοον και εἰσπνοον ὁλον το σωμα.
HIPOCRATIS EPIDEMIC., liv. VI, § 6.

Tout le corps expire et inspire.

TOME TROISIÈME.

A GENÈVE,

Chez J. J. PASCHOUD, Imprimeur-Libraire.

1807.


Wellcome
Library

TRAITÉ
SUR
LES RAPPORTS DES PLANTES
AVEC L'AIR ATMOSPHÉRIQUE.

INTRODUCTION DE L'ÉDITEUR.

PENDANT que Spallanzani s'occupoit de ses expériences sur la respiration des animaux, il ne put se dissimuler la quantité prodigieuse de gaz oxygène absorbé, soit par l'acte lui-même de la respiration, soit par l'organe cutané de l'animal vivant, et l'absorption considérable de ce gaz qui augmente par les déjections des animaux, par leurs dépouilles et leurs cadavres; de sorte que comme cette perte est aussi grande que constante pour l'atmosphère à chaque seconde du temps; il fut forcé de porter ses regards sur les moyens que la nature pouvoit employer pour remplacer ce gaz disparu; cette recherche devenoit d'autant plus nécessaire, que toutes les expériences eudiométriques faites en mille endroits différens, et en des momens divers de la journée et de l'année elle-même, ont toujours montré que les quantités de l'oxygène et de l'azote sont constamment les mêmes dans l'air atmosphérique qui se trouve en pleine liberté.

Dans ce but, il considéra les divers moyens qu'on avoit soupçonné propres à remplir cette grande fin de

l'économie générale de notre terre; aussi comme on avoit avancé, que le gaz oxygène, rendu par les plantes vertes exposées au soleil pouvoit remplir cet effet important il s'en occupa particulièrement d'une manière originale et utile, et s'il a vu la plupart des faits qu'Ingenhous et moi avions observé avant lui, il en a vu quelques autres qui nous avoient échappé; il a mis d'ailleurs dans toutes ses expériences une exactitude et une précision, que nous avions été tous les deux bien éloignés de pouvoir y mettre, parce que les procédés eudiométriques étoient alors trop imparfaits : de sorte qu'à cet égard seul les travaux de Spallanzani deviennent extrêmement précieux, puisqu'ils complètent tout ce que Ingenhous et moi avions pu faire sur ce beau sujet et confirment tout ce que nous avions déjà vu.

Spallanzani m'avoit écrit qu'il vouloit composer et publier incessamment un Mémoire qui renfermeroit les résultats de ces expériences sur ce sujet; il m'en avoit envoyé déjà le plan que je publierai ici avec une partie de notre correspondance relative à cette matière; on y verra son étendue et l'on sentira combien il m'a manqué de moyens dans les journaux d'expériences de ce naturaliste pour le remplir; mais on saura ce qu'il avoit projeté, et ce qu'il auroit fait, s'il avoit eu le temps d'exécuter ce qu'il avoit si heureusement ébauché.

Cependant, quoique Spallanzani ne voulût donner que quelques résultats généraux de son travail, j'ai pourtant cru qu'il seroit utile aux savans, et surtout aux jeunes physiciens, de présenter ici le dé-

tail et la suite de ses expériences, non comme elles se trouvent répandues dans ses journaux, mais comme je pouvois présumer qu'ils avoient été dans sa tête.

Je me suis écarté à certains égards du plan qu'il m'avoit tracé et qu'il vouloit suivre, parce que comme je l'ai déjà dit, je n'aurai pas pu le remplir avec les matériaux que j'ai eus, et parce que ceux que j'avois sembloient me prescrire une autre disposition : ainsi, par exemple, j'ai renfermé dans un chapitre particulier quelques questions importantes et préliminaires, qui auroient pu à la vérité se discuter, en traitant la question principale; mais comme elles auroient fait des épisodes trop longs, et comme elles pouvoient servir à répandre du jour sur les divers sujets dont Spallanzani s'est occupé, il m'a paru plus convenable de les présenter à part, de les mettre à la tête des autres sujets, où elles seront comme autant de principes sur lesquels les autres s'appuieront; telle est l'influence que la chaleur du soleil exerce sur l'air clos, et sur divers gaz; telle est celle de l'eau sur chacun d'eux, celle de la terre, etc.

Le public a déjà pu voir dans ma *Physiologie végétale, T. III*, que nous avions eu des résultats différens sur le gaz oxygène qui s'échappe des feuilles vertes exposées sous l'eau au soleil; j'y ai raconté ses expériences, comme il me les avoit écrites lui-même; j'y ai répondu à quelques-unes de ses difficultés, et il n'eut pas le temps d'examiner et de refaire les expériences que j'avois opposées aux siennes; de sorte que je joindrai aux mémoires de mon ami, un mémoire que je lui ai adressé dans mes lettres et quel-

ques considérations nouvelles, que ses expériences, les miennes et celles de M.r Desaussure m'ont fait naître depuis sa mort.

J'ai eu encore plus de peine pour faire ces mémoires que ceux sur la respiration, parce que toutes les expériences de Spallanzani étoient mêlées avec celles qu'il avoit faites sur les animaux ; ce qui en rendoit encore le dépouillement moins facile ; mais le désir sincère que j'ai toujours eu de tenir la parole que j'avois donnée à cet excellent homme, et celui d'avancer les progrès de la science m'ont fait vaincre tous les dégoûts qui accompagnent ce genre de travail ; on comprend aisément qu'il faut employer un temps considérable pour rassembler des expériences semblables au milieu de plusieurs milliers d'autres qui sont très-différentes, pour les classer ensuite et les mettre à leur place. Il est vrai que dans ce sujet qui m'étoit familier, je n'ai pas eu à lutter contre les hésitations et les doutes qui se présentoient sans cesse à moi, lorsque je m'occupois de l'ouvrage sur la respiration des animaux : mais il m'a fallu toujours rassembler et choisir ce qu'il falloit publier.



MÉMOIRE PREMIER.

Sur cette question : les eaux du globe décomposent-elles l'acide carbonique qu'elles reçoivent de l'atmosphère (1) ?

SUIVANT l'opinion des physiciens et des chimistes modernes, il y a deux grands moyens employés par la nature pour purifier l'atmosphère et la délivrer de l'impureté que devroit lui porter la grande quantité d'acide carbonique produit par la respiration de l'homme et des animaux, par la fermentation et par la combustion : ces deux moyens sont les eaux et les plantes.

Les eaux produisent cet effet par l'affinité qu'elles ont avec l'acide carbonique, qu'elles absorbent continuellement, et les plantes par le gaz oxygène qu'elles répandent continuellement, quand elles sont recouvertes par la vive lumière du soleil.

Suivant ces physiciens, les eaux salées de la mer, les eaux douces des fleuves, des torrens, des marais, des étangs, celles même qui tombent du ciel sous la forme de pluie doivent concourir à décharger l'air

(1) *Note de l'Editeur.* Parmi les papiers de Spallanzani qui m'ont été remis j'ai trouvé l'ébauche de ce mémoire qui devoit servir d'introduction à ses recherches sur les plantes, et je me suis borné à la traduire de l'italien en françois. J'en avertis afin que l'on sache que dans ce mémoire la forme et le fond appartiennent entiérement à ce grand homme.

de cette surabondance de gaz acide carbonique, qui l'auroit bientôt infectée.

En considérant cependant cette absorption continuelle du gaz acide carbonique depuis l'époque où les hommes et les animaux commencèrent d'exister, quelques philosophes ont paru penser que les eaux qui sont à la surface de la terre auroient dû s'aciduler insensiblement, de manière qu'au bout d'un certain temps, elles auroient manifesté le goût acidulé que l'on remarque dans les eaux saturées artificiellement de cet acide carbonique.

Pour écarter cette difficulté, quelques savans ont pensé, que les eaux avoient le pouvoir de décomposer l'acide carbonique qu'elles avoient absorbé, et qu'une partie de l'oxygène combiné avec le carbone pour former l'acide carbonique se dégageoit et rentroit dans l'atmosphère.

Je me suis proposé dans ce mémoire de rechercher par la voie de l'expérience, si les eaux sont un moyen suffisant pour purifier l'air atmosphérique, en me réservant dans un autre mémoire, de m'occuper du pouvoir des plantes pour exhaler le gaz oxygène.

J'ai fixé mon attention sur le point capital de ce sujet. J'ai cherché, si la décomposition de l'acide carbonique a véritablement lieu dans les eaux plus ou moins chargées de cet acide, ou si elle n'est comme elle a été jusqu'à présent qu'une simple hypothèse. Cette manière d'interroger la nature pour la solution de ce problème m'a paru la plus convenable.

Je me suis donc dit, si l'on acidule l'eau avec l'acide carbonique; si l'on remplit avec elle un flacon fermé avec un bouchon usé à l'émeri jusques à une certaine hauteur : si le reste de la capacité du flacon est remplie avec l'air commun; si le flacon bien fermé est tenu renversé sur son col dans un petit vase d'eau; alors si l'acide carbonique est décomposé, et si son oxygène reste libre, il sera évident que l'air du flacon devra être devenu meilleur.

Expérience I.

Je préparai dans ce but l'acide carbonique avec le spath calcaire cristallisé et transparent; je le retirai par le moyen de l'acide nitrique; j'en acidulai l'eau de mon puits, et j'en remplis deux flacons bien fermés avec des bouchons usés à l'émeri.

Je décrirai ces flacons parce que je les emploîrai toujours dans ces expériences; ils contenoient 118,90 centimètres cubes, ou 6 pouces cubes d'eau chargée d'acide carbonique.

Je les remplis avec 118,90 centimètres cubes, où 6 pouces cubes d'eau chargée de gaz acide carbonique, et j'y introduisis sous l'eau 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun qui étoient la mesure précise de l'eudiomètre inventé par Mr. Giobert dont je me servis alors et que j'ai toujours employé.

Je bouchai ces deux flacons avec soin; je les tins ensuite sur leurs cols renversés dans un vase plein d'eau.

Je ne parlerai plus de ces manipulations, que j'ai observées dans toutes les autres expériences.

Je laissai ces deux flacons de cette manière à une température de 15° ; je la détermine, parce qu'elle n'est point indifférente dans ce genre d'expériences.

Au bout de 14 heures, je trouvai que l'air commun s'étoit chargé de 16° ½ d'acide carbonique, et qu'il étoit resté sans aucune altération (1).

Cette expérience fait donc connoître que l'eau chargée d'acide carbonique ne le décompose pas, mais qu'elle l'abandonne à l'air atmosphérique dans son état naturel.

J'avois ouvert l'un de ces flacons au bout de 10 heures, et je remarquai par l'essai que je fis de l'air, qu'il s'échappa hors de l'eau plus d'acide carbonique dans les premières heures que dans les suivantes.

Enfin j'ai vu qu'après avoir enlevé l'acide carbonique mêlé avec l'air commun, celui-ci étoit rigoureusement resté le même, soit pour la quantité, soit pour la pureté.

Expérience II.

Il paroissoit clair que l'eau acidulée des deux flacons devoit avoir perdu de son acidité en raison de l'acide carbonique qu'elle avoit perdu, et je m'en assurai par le goût et par son mélange avec l'eau de chaux.

Expérience III.

Mais cette eau qui a été en partie privée de son acide carbonique continuera-t-elle à produire ce gaz, en la soumettant à la même expérience avec l'air commun ?

(1) *Note de l'Editeur.* Un degré représente la centième partie de la mesure de l'eudiomètre, ici donc un degré est la centième partie de 3 pouces cubes.

Il me semble que je ne devois pas négliger cette expérience. Il s'échappa du nouvel acide carbonique hors de cette eau, pour entrer dans l'air commun enfermé avec elle; mais la quantité en fut plus petite que dans la précédente expérience, comme on peut aisément le prévoir.

Expérience IV.

Que seroit-il arrivé, en faisant usage de l'eau commune dans ces expériences? On sait bien que l'eau en contact avec l'air de l'expérience contient plus ou moins d'acide carbonique, quoiqu'elle ne nous paroisse point acidulée. L'eau de chaux en fournit la preuve. Telle est, par exemple, l'eau de mon puits, dont je me suis toujours servi dans mes expériences; mais le résultat ne correspondit point à ceux des expériences précédentes, quoique cette eau fût restée long-temps dans les flacons avec l'air commun. J'éprouvai le même effet avec l'eau de mon appareil pneumato-chimique; quoiqu'elle contînt une plus grande quantité d'acide carbonique, il ne s'en répandit point dans l'air renfermé avec ces eaux dans mes flacons.

Expérience V.

Il me vint alors dans l'esprit d'aciduler par degré avec l'acide carbonique une masse d'eau de puits. J'employai pour cela un tube cylindrique de 5,15 décimètres, ou de 19 pouces de hauteur, contenant 634,13 centimètres cubes, ou 32 pouces cubes que je remplis de cette eau.

Je vis alors qu'en introduisant dans cette eau, en lui faisant absorber un cinquantième environ de son

volume d'acide carbonique, et en la soumettant aux expériences précédentes, elle ne laissoit point encore échapper d'acide carbonique dans l'air qui reposoit sur elle; j'eus toujours les mêmes résultats, en augmentant graduellement la quantité de l'acide carbonique, jusqu'à ce qu'il y en eût un volume égal à la trente-sixième partie du volume de l'eau; alors la quantité de l'acide carbonique qui s'échappoit dans l'air commun renfermé avec elle fut proportionnelle au volume d'acide carbonique qu'elle avoit absorbé; ensorte qu'elle croissoit avec la quantité de l'acide carbonique que l'eau contenoit, et cette eau en fournit le plus, quand elle en fut saturée.

Expérience VI.

J'ai dit en racontant la première expérience, qu'il n'étoit pas indifférent de considérer la température, en faisant ces expériences; j'entends par là le degré de la chaleur de l'air où on les fait.

J'entrepris ces expériences dans le mois d'avril, et je les ai suivies dans le mois de mai; je m'aperçus donc, que dans des circonstances semblables, la production de l'acide carbonique hors de l'eau étoit différente, et qu'elle croissoit d'autant plus, que la température étoit plus haute.

Au commencement de mes expériences le thermomètre étoit à 11°; vers le milieu de mai il étoit à 16°. Il me vint alors dans l'esprit d'augmenter cette chaleur en exposant les flacons au soleil, parce que je n'avois encore fait mes expériences qu'à l'ombre; mais il me falloit un terme de comparaison.

J'acidulai l'eau de mon puits avec l'acide carbo-

nique, mais je ne l'en saturai pas; je remplis avec cette eau acidulée trois flacons, de manière qu'elle occupât la moitié de la capacité de chacun d'eux; et que l'autre moitié y fût de l'air commun. J'exposai un de ces flacons au soleil pendant six heures, j'en tins un autre au soleil pendant le même temps; en le couvrant avec un carton, afin qu'il eût la chaleur de cet astre sans sa lumière: le troisième resta à l'ombre. Au bout de ces six heures, je fis l'examen de l'air des trois flacons.

L'air du flacon tenu *au soleil* et qui avoit reçu sa lumière contenoit 27° d'acide carbonique.

L'air du flacon qui avoit été tenu *au soleil couvert d'un carton* en avoit pris 21°.

L'air du flacon qui avoit été *à l'ombre* n'avoit reçu que 13° de ce gaz.

Il est donc prouvé, que l'élévation de la température influe sur le développement de l'acide carbonique hors de l'eau, qui en a été acidulée. On voit ensuite, que la lumière solaire ne semble pas influer sur l'avancement ou le retard du développement de l'acide carbonique hors de l'eau acidulée, mais seulement sur sa quantité, puisque le flacon couvert d'un carton étoit non-seulement mis à l'abri de la lumière, mais qu'il avoit encore éprouvé une chaleur moindre.

On a déjà observé, que l'eau chargée d'acide carbonique laisse échapper cet acide, quand on la fait bouillir, ou quand on l'expose à une température de 80°; mais il me semble que mes expériences sont d'un nouveau genre; puisque j'ai vu les eaux

acidulées perdre leur acide carbonique à une température beaucoup plus basse, et puisque l'expérience que je viens de rapporter en a fourni à la température de 11°. J'ai même vu cette eau acidulée donner l'acide carbonique à une température qui s'approchoit de 0°.

Expérience VII.

Puisque l'eau acidulée par l'acide carbonique perd l'acide qu'elle contenoit et le répand dans l'air qui est en contact avec elle ; puisqu'elle se désacidule de cette manière, il paroîtroit naturel d'imaginer d'après l'expérience II, que cette portion d'acide carbonique qu'elle a perdue et qui reste mêlée dans l'air commun avec lequel elle étoit renfermée dans les flacons, peut être reprise par l'eau qu'on agiteroit avec lui ; on sait au moins que l'agitation de l'eau avec l'acide carbonique favorise cet effet. Pour en avoir la certitude avec la plus grande précision, je pris quatre flacons de la même forme et de la même capacité remplis à moitié d'eau acidulée et le reste d'air commun.

Après 9 heures de la réunion de ces deux substances dans ces flacons, j'examinai l'air d'un de ces flacons, et j'y trouvai 14° d'acide carbonique ; j'agitai tout de suite fortement pendant quelques minutes l'air d'un de ces flacons dans l'appareil hydro-pneumatique, et je fis l'essai de cet air ; je trouvai les 14° d'acide carbonique.

Je laissai ensuite s'écouler onze autres heures, et je pris le troisième flacon ; j'en examinai l'air, et j'y trouvai 21° d'acide carbonique, ce qui confirme

ce que j'avois dit en racontant l'expérience I, que le plus grand développement de l'acide carbonique contenu dans les eaux acidulées se fait dans les premières heures, depuis le moment où ces eaux ont été renfermées dans les flacons.

Alors j'agitai le quatrième flacon plus long-temps et plus vivement que le second; j'en essayai l'air et j'y trouvai 20° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique. La différence n'étoit donc que d'un demi-degré; cependant elle fait naître un doute; cette diminution d'un demi-degré doit-elle être attribuée à l'absorption de l'eau agitée, comme cela pouvoit être arrivé, ou cette eau n'avoit-elle donné à l'air que 20° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique ?

Quoiqu'il en fût, je devois toujours conclure avec raison, que l'eau acidulée renfermée dans des vases clos refuse de prendre l'acide carbonique qui en a été chassé, quoique l'on emploie le moyen le plus propre pour l'en charger.

Expérience VIII.

Ce refus de l'eau pour reprendre l'acide carbonique qu'elle a perdu ne dure pourtant, que pendant quelques jours, au moins quand cette eau a été en grande partie dépouillée de son acide carbonique, elle le reprend alors sans la moindre agitation, en voici la preuve.

Je pris quatre flacons du même diamètre et de la même forme que les précédens, j'en remplis les deux tiers avec l'eau acidulée par l'acide carbonique, et l'autre tiers étoit l'air commun qui nageoit sur elle, je les fermai avec soin, et j'en examinai l'air de temps en temps.

Au bout de 5 heures $\frac{1}{2}$ l'air du premier flacon contenoit 20° d'acide carbonique; au bout de 32 heures l'air du second flaeon en contenoit 33° : au bout de 58 heures l'air du troisième flacon n'en contenoit plus que 24°, et seulement 16° au bout de 96 heures.

On est donc forcé de conclure, que lorsque l'eau acidulée par l'acide carbonique s'est dépouillée à un certain point de son acide carbonique, elle commence à le reprendre. Ce fait n'est pourtant pas toujours constant; il m'est souvent arrivé, qu'au bout de plusieurs jours, je ne me suis aperçu d'aucune diminution de l'acide carbonique entré dans l'air superposé à l'eau acidulée; mais c'est un fait qui ne varie jamais, l'eau acidulée par l'acide carbonique exposée à l'air libre y perd une partie de son acide carbonique, et si on la met de nouveau en contact avec lui, elle le reprend proportionnellement à la perte plus ou moins grande qu'elle en a faite.

Expérience IX.

J'avois sur ma table, ou j'ai coutume de faire mes expériences, quelques flacons avec le col relevé en haut; ils n'étoient pas parfaitement fermés, et ils étoient en partie remplis d'eau chargée d'acide carbonique, je jetai par hasard les yeux sur ces flacons, et je vis à la surface de l'eau de petites bulles écumeuses qui s'échappoient avec un léger sifflement, au travers du col du flacon et de son bouchon. Ce phénomène fixa mon attention, je remarquai qu'il n'étoit pas constant, mais qu'il se renouveloit par

intervalles. Je pensai qu'il étoit produit par l'acide carbonique qui se dégageoit de l'eau acidulée avec lui ; comme il est plus léger que l'eau, elle le poussoit en haut, et le forçoit à s'échapper hors du flacon en forme de petites bulles au travers du col et du bouchon qui n'étoit pas bien serré, comme je m'en aperçus en fermant mieux le flacon, et en mettant celui-ci sous l'eau ; alors je l'ouvris et j'en recueillis l'air dans mon eudiomètre, je trouvai qu'il contenoit 8° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

J'avois encore un autre flacon sur ma table de la capacité de 475,60 centimètres cubes, ou de 24 pouces cubes, parfaitement rempli d'eau acidulée par l'acide carbonique jusques à son col, mais comme je m'étois servi de cette eau, il n'y en avoit plus que 79,26 centimètres cubes, ou 4 pouces cubes, le bouchon fermoit mal, et j'en vis sortir quelques petites bulles ; je voulus aussi faire l'essai de l'air qu'il renfermoit, et j'y trouvai 5° $\frac{1}{3}$ d'acide carbonique ; ce qui me parut remarquable, puisque le volume de l'air étoit de 396,33 centimètres cubes, ou de 20 pouces cubes.

Expérience X.

Je pensai alors que si la bouche des flacons étoit fort étroite, l'eau acidulée par l'acide carbonique qu'ils renfermeroient, produiroit de l'acide carbonique en assez grande quantité pour pouvoir le recueillir sans les fermer. Je cherchai pourtant à vérifier cette conjecture par une expérience.

Je pris quatre flacons d'une égale capacité ; je les remplis à moitié avec une eau plus que modérément

acidulée ; j'en fermai deux exactement, et je laissai les deux autres ouverts : l'ouverture de leurs cols étoit de 9,02 millimètres, ou de 4 lignes ; la température étoit de 17° ; voici les résultats.

Au bout de 3 heures l'air d'un des flacon fermés contenoit 15° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique ; il y en avoit 15 dans l'autre, mais dans les flacons ouverts je ne trouvai dans l'air de l'un que 6° $\frac{1}{8}$ d'acide carbonique, et dans l'air de l'autre 7°.

Ces résultats démontrent donc, que lorsque l'air commun est bien renfermé avec l'eau acidulée par l'acide carbonique dans les flacons, celle-ci lui fournit plus ou moins d'acide carbonique ; mais que la même chose arrive dans un degré moindre lorsque l'air des vases est en communication directe avec l'air extérieur.

Expérience XI.

Il sembleroit donc qu'on peut déduire par une légitime conséquence, que lorsque l'ouverture des vases est d'une considérable largeur, on ne pourroit recueillir que peu ou point de ce gaz, comme je l'ai observé dans des vases cylindriques ; après y avoir laissé l'eau acidulée par l'acide carbonique pendant quelques heures, et en avoir alors fermé l'ouverture avec un bouchon scellé par la cire, de manière que l'air des vases fut forcé d'y rester, et d'y reposer sur l'eau acidulée ; en examinant cet air, au bout de quelque temps j'y trouvai tout au plus un degré ou deux d'acide carbonique.

Expérience XII.

Mais peut-être, dira-t-on, que la pesanteur spécifique

spécifique de l'acide carbonique étant plus grande que celle de l'air commun, il devroit rester dans la partie inférieure des vases, où on les renferme, et que lorsqu'on ouvre ces vases on y trouve l'acide carbonique et l'air dans cette position ? Je remarquerai, que lorsque ce gaz se dégage successivement de l'eau qu'il aciduloit, il doit chasser peu à peu l'air commun reposant sur cette eau ; alors celui-ci étant remplacé par un air nouveau, il sera à son tour chassé de même en tout ou en partie, suivant la grandeur de l'ouverture du flacon. Cette réflexion me paroît appuyée par l'expérience suivante.

Je pris trois flacons dont le diamètre étoit de 21 lignes et l'ouverture du col de 4,05 centimètres, ou de 16 lignes ; j'en remplis les deux tiers d'acide carbonique et le reste d'air commun. Après cela, je les fermai, et je les laissai pendant un quart d'heure sur ma table, de manière que le gaz pût se placer sous l'air commun ; je les débouchai, et quelques instans après j'y introduisis un lumignon allumé jusques au tiers de la profondeur ; la flamme s'y conserva claire ; mais elle s'éteignit quand je voulus l'enfoncer davantage. Je répétai l'opération au bout de 7 minutes ; j'enfonçai davantage le lumignon enflammé, la flamme y devint obscure sans s'éteindre ; au bout de 6 autres minutes, elle arriva jusques au fond du vase et y conserva son éclat comme il étoit dans l'air libre.

Il est donc évident que tout l'acide carbonique étoit sorti du flacon ; je confirmai cette conclusion en introduisant l'air du flacon dans un eudiomètre au

travers de l'eau de chaux, où cet air ne perdit qu'un degré, comme il arrive le plus souvent, quand on essaie de cette manière l'air commun.

Les résultats de ces expériences démontrent l'improbabilité de la conjecture de quelques physiciens et chimistes, qui ont prétendu que l'eau avoit le pouvoir de décomposer l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère en l'absorbant, et de dégager son oxygène, de manière qu'il reste libre et se restitue à l'atmosphère qui l'avoit perdu, après s'être combiné de nouveau avec le calorique. Il paroît au moins que les eaux douces du globe, quand elles ont absorbé une certaine quantité d'acide carbonique, le rendent à l'atmosphère, comme elles l'ont pris : on a pu déjà le remarquer, quand les eaux douces ont absorbé la trente-sixième partie de leur volume de cet acide. *Expér. V.* Cette expérience a été faite à l'ombre ; mais j'ai montré aussi que la lumière solaire favorisoit la sortie de l'acide carbonique hors des eaux qui en contenoient. *Expér. VI.*

Je n'hésiterai pas à croire que l'eau acidulée par l'acide carbonique dans une quantité beaucoup plus petite que la trente-sixième partie de son volume donneroit de l'acide carbonique, lorsqu'elle seroit exposée au soleil.

Expérience XIII.

Il me restoit à faire des expériences sur les eaux salées de la mer ; cette recherche irritoit d'autant plus ma curiosité, que toutes les eaux douces ne forment qu'un petit objet en comparaison de celles qui remplissent les mers ; j'étois alors malheureusement

très-éloigné des côtes de la mer, et je n'avois pas des moyens pour m'en procurer l'eau.

J'eus recours à l'expédient de dissoudre le muriate de soude dans l'eau de mon puits, et de l'aciduler ensuite avec l'acide carbonique.

Je commençai donc à dissoudre une petite quantité de ce muriate ; le flacon que j'employai à cette expérience avoit 214 centimètres cubes, ou 7 pouces cubes de capacité ; j'y mis 152,85 centimètres cubes, ou 5 pouces cubes d'eau légèrement salée et acidulée par l'acide carbonique, avec 61,14 centimètres cubes ou 2 pouces cubes d'air commun qui la recouvroit, je le fermai avec soin, et je le laissai pendant 9 heures à la température de 17°.

Je fis ensuite l'essai de l'air commun, où je trouvai 27° d'acide carbonique.

Expérience XIV.

Je répétai cette expérience avec les mêmes circonstances, seulement l'eau étoit plus salée.

Je trouvai cependant 32° d'acide carbonique dans l'air commun, peut-être la température fut-elle un peu plus haute que dans l'*Expérience XIII.*

Expérience XV.

Je mis fin à cette recherche en dissolvant dans l'eau une quantité plus grande de muriate de soude. Le résultat fut encore le même, après 11 heures du contact de l'air commun avec cette dissolution du muriate de soude, je trouvai l'air chargé de 33° d'acide carbonique.

Expérience XVI.

Je vis encore qu'en exposant l'appareil au soleil

avec cette eau fortement salée et acidulée par l'acide carbonique, il y eut encore dans l'air commun qui la recouvroit une quantité plus grande d'acide carbonique.

Je remarquai dans la première expérience, que si l'eau acidulée par l'acide carbonique fournit de l'acide carbonique à l'air qui la recouvre; cependant quand on a ôté à l'air cet acide carbonique, il reste sans aucune altération quelconque; il est toujours tel qu'il a été introduit dans le flacon avec les proportions des gaz oxygène et azote, qu'il a communément. J'ai toujours observé cette permanence de l'air dans toutes ces expériences, non-seulement avec les eaux douces acidulées par l'acide carbonique, mais encore avec les eaux salées acidulées de même.

Il faut donc conclure que si les eaux stagnantes et courantes sur la surface de la terre considérées dans leur immense étendue absorbent l'acide carbonique qui vicie l'air atmosphérique, elles doivent lui rendre d'abord le même gaz; de sorte qu'il y auroit une continuelle circulation du gaz acide carbonique de l'atmosphère dans les eaux et de ces eaux dans l'atmosphère. Rien donc ne montreroit ici la source du gaz oxygène trouvé dans les eaux douces, et il paroîtroit absorbé par elle dans l'atmosphère, comme je l'ai fait voir dans mon *Chemico esame d'egli esperimenti del signor Gottling*.



MÉMOIRE II.

Résultats généraux sur la quantité de l'air que les plantes renfermées dans l'air commun et dans l'eau peuvent fournir (1).

Un moyen plus puissant que celui dont je viens de parler dans le mémoire précédent pour rendre à l'atmosphère la portion de gaz oxygène détruit par la combinaison de sa base avec le carbone, et par conséquent pour le reproduire de nouveau, semble se trouver dans les végétaux, ce moyen paroît d'abord devoir être plus efficace, parce qu'il est appuyé sur une série de faits innombrables.

Les premières traces de cette découverte lumineuse et intéressante ont été aperçues par Priestley, et c'est en les suivant que se sont illustrés deux excellens physiciens, Ingenhouz et Senebier, par deux ouvrages célèbres qui ne seront jamais oubliés.

Quand le génie créateur du physicien anglois eut trouvé, que quelques plantes purifioient l'air en y versant du gaz oxygène, les deux autres physiciens étendirent et développèrent cette belle découverte par un nombre prodigieux d'expériences faites sur une foule de plantes avec cette sagacité, cette cons-

---

(1) *Note de l'Editeur.* Ce mémoire étoit sans doute l'introduction à ceux que Spallanzani devoit donner sur l'action que les plantes exercent sur l'air ; j'ai encore traduit littéralement tout ce que j'en ai trouvé dans les papiers de ce naturaliste immortel qui m'ont été confiés.

tance, et cette finesse de discernement, qui caractérisent les grands observateurs de la nature.

Chacun connoît la méthode d'Ingenhouz et de Senebier pour faire leurs expériences; elle consiste à renfermer dans des vases de verre pleins d'eau, les rameaux verts, ou les feuilles des plantes, et à les exposer ainsi à la vive lumière du soleil. Ils pouvoient voir par ce procédé les végétaux verser dans l'eau comme une pluie de bulles aériformes, qui se rassembloient au sommet des vases pleins d'eau et renversés sur leur ouverture dans ce fluide, alors en examinant chimiquement ce gaz, ils ont pu le connoître et voir par conséquent s'il étoit plus ou moins pur que l'air commun.

Il n'est plus question de mettre en doute la véracité de ces expériences faites par des hommes exercés dans l'art peu commun d'étudier les opérations de la nature; d'ailleurs l'accord remarquable qu'il y a entr'eux dans les principaux résultats de ces expériences faites par eux dans des lieux et des temps différens, quelquefois même par des procédés particuliers, offrent les preuves les plus convaincantes d'une vérité physique.

Quant à moi je dois applaudir à leurs travaux, puisque j'ai répété leurs expériences avec le plus heureux succès. Je fus engagé dans ce travail par une circonstance sans laquelle je n'aurai jamais pensé à l'entreprendre.

Il y a deux ans, que dans ces momens de loisir, qui me permettent de me dérober à mes occupations publiques, je m'occupois plus particuliérement de

la respiration des animaux dans leurs différentes familles, en commençant par celle des vers, et en procédant au travers des autres familles jusques aux mammiféres, et par conséquent jusques à l'homme; alors ayant trouvé que l'altération de l'air atmosphérique par cette masse immense d'êtres vivans étoit beaucoup plus grande, qu'on ne l'avoit généralement crue, et j'espère l'avoir démontré; je pensai aux moyens que les physiciens avoient imaginés, pour conserver à l'atmosphère la pureté qu'elle a ordinairement; mais comme je m'étois aperçu que les eaux du globe ne pouvoient remplir ce but, je tournai mes regards sur les plantes, en les exposant au soleil dans l'eau avec les précautions indiquées par Senebier et Ingenhouz, qui me servirent de guides.

Je soumis donc à des expériences quelques-unes des plantes que ces physiciens avoient employées, avec quelques autres dont ils ne s'étoient pas servi, et mes résultats furent toujours semblables aux leurs. Je vis alors avec étonnement la prodigieuse abondance du gaz oxygène qui s'échappoit de ces plantes, et quoiqu'il ne soit pas toujours de la qualité la plus parfaite, cependant il est toujours au moins de quelques degrés plus pur que l'air de l'atmosphère.

Cependant comme c'est ma coutume en répétant les expériences et les observations des autres physiciens de les varier, et même d'employer quelquefois des méthodes nouvelles, qui m'ont paru produire des changemens propres à confirmer les vérités découvertes, ou à en dévoiler d'autres; je pensai à

emprisonner les plantes dans l'air commun, en les exposant au soleil, comme j'avois fait en les y plaçant au milieu de l'eau.

Ingenhouz avoit excité ma curiosité, en affirmant que les plantes évaporoient une quantité infiniment plus grande de gaz oxygène dans un jour serein à l'air libre : que celle que nous leur voyons répandre, quand elles sont couvertes d'eau. *Expériences sur les végétaux*, *Tom. II*, *p*, *80*. En effet la condition de l'air pour les plantes terrestres est celle qui leur a été destinée par la nature, pour végéter, croître et se multiplier dans son sein ; au lieu que leur état dans l'eau est pour elle un état contre nature, et elles ne sauroient y rester long-temps sans langueur, sans souffrance et sans dépérissement.

Je me disois donc : si Ingenhouz, ce célèbre physicien, a préféré l'eau à l'air dans ses expériences, c'est sans doute parce qu'il a pensé que l'on ne peut pas voir l'air sans ce moyen, et qu'il étoit difficile de convaincre autrement, que les plantes répandent véritablement ce fluide, à moins de les envelopper d'eau, de les exposer ainsi à la lumière vive du soleil, et à surprendre par cette ressource la nature dans son opération ; c'est du moins de cette manière que nous voyons clairement l'air sortir hors de la surface de toutes les feuilles. *Ibid. Tom. I.*

Je réponds cependant que, si lorsqu'on emprisonne les plantes dans l'air ; il est vraiment impossible de voir l'air qui est alors produit : cependant depuis la découverte de l'eudiomètre à phosphore, on peut estimer avec exactitude la quantité et la

qualité de l'air produit par les plantes renfermées dans l'air sous des vases clos : ce qui est pourtant le but principal, si ce n'est pas l'unique de cette recherche.

Je crois utile d'indiquer ici la méthode que j'ai pratiquée, c'est encore celle que j'ai toujours suivie dans toutes mes expériences de ce genre sur la respiration.

J'emploie des tubes de verre blanc cylindriques et de différens calibres, suivant la nature des expériences que je veux faire ; ils ont 2,71 décimètres, ou dix pouces de longueur ; ils sont fermés herméliquement dans la partie supérieure, et ouverts dans la partie inférieure. Chacun de ces tubes est courbé de manière que la partie la plus longue soit celle qui plongera verticalement dans l'eau, et que celle qui est fermée par le bout ou la plus courte soit presque horizontale. J'introduis dans ce tube, et surtout dans la partie coudée lorsqu'il est possible, les plantes ou leurs feuilles que je veux examiner, en supposant qu'elles doivent fournir de l'air ; ensuite je remplis le tube d'eau ; je le place sur l'appareil hydro-pneumatique ; j'y fais entrer une mesure connue d'air commun qui chasse l'eau de la partie horizontale et y laisse toute la plante, ou ses parties environnées d'air. Je prends cette mesure pour mes eudiomètres, par exemple, pour un de ceux où 59,65 centimètres cubes, ou deux pouces cubes d'air sont divisés en 100 parties. J'en ai fait faire de diverses capacités, parce que la variété de mes expériences exigeoit cette variété dans les volumes de l'air que je voulois employer.

Quand le tube est ainsi préparé et plongé par sa partie inférieure dans un petit vase plein d'eau, je l'expose alors aux rayons immédiats du soleil, et je le laisse là à ma volonté.

Ensuite je rends l'air que contient le tube à son endiomètre correspondant par sa capacité, et j'observe le nombre de degrés qu'il y en a relativement au zéro, qui marquoit précisément la quantité d'air introduite dans le tube.

Mes eudiomètres sont construits comme les thermomètres de Réaumur, où l'on voit une échelle, qui montre non-seulement les degrés au-dessus du zéro, mais encore ceux qui sont au-dessous; ainsi le nombre des degrés occupés par l'air au-dessous de zéro seront la mesure de l'air produit par la plante quand il n'y en aura point eu d'absorbé par elle.

On sait que la mesure de la quantité du gaz oxygène contenu dans l'air commun marquée sur cet instrument est de 20°, ou environ, et par conséquent que celle du gaz azote est de 80°; en faisant abstraction du gaz acide carbonique, qui y est toujours en très-petite quantité.

Connoissant ainsi l'augmentation produite dans l'air commun par son mélange avec celui qui est sorti de la plante, je procède à son examen; j'allume le phosphore, et quand la combustion est finie, j'observe la hauteur à laquelle s'élève l'eau dans l'eudiomètre; cette hauteur exprimera les degrés du gaz oxygène, et le surplus des 20° fait connoître la quantité de la pureté de l'air fourni par la plante relativement à celle de l'air commun.

Il y avoit une circonstance essentielle au succès de ce nouveau genre d'expériences. Quand les feuilles sont exposées dans l'air au soleil sous des vases clos, elles courent le risque d'y souffrir, ce qui ne leur arrive pas quand elles sont sous l'eau, parce que la température sous les vases clos est un peu plus haute qu'à l'air libre. J'ai vu qu'en suspendant un thermomètre dans un récipient rempli d'air, exposé en plein air au soleil, et plongeant dans l'eau par son ouverture, ce thermomètre montoit à 6 ou 7° plus haut qu'un thermomètre placé à côté de l'appareil et à l'air libre.

J'ai supprimé cet inconvénient en faisant ces expériences pendant l'hiver. Pour opérer avec encore plus de sûreté, je faisois plonger les pétioles des feuilles mises en expériences dans l'eau, par ce moyen les plantes se conservoient très-vertes. Ensuite au printemps, quand la chaleur augmenta, j'employai des plantes grasses fort charnues, qui vivent dans les climats les plus chauds, et qui ont besoin d'une serre échauffée pour prolonger leur existence dans nos pays. Telles sont diverses espèces de *cactus* et d'aloës, que je prenois dans le jardin botanique de Pavie, et je fis plus volontiers des expériences avec elles, parce qu'elles fournissent une grande quantité de gaz oxygène très-pur.

Ces moyens font plaisir, parce qu'ils semblent indiqués par la nature, et qu'ils peuvent conduire à la vérité, que l'on ne peut découvrir que par de semblables ressources, puisqu'il n'y a rien d'isolé dans l'univers.

Pendant que je faisois ces expériences dans l'air, je les faisois aussi dans l'eau avec les précautions dont je viens de parler. Je n'indiquerai pas ici toutes les espèces de plantes dont je me suis servi; je dirai seulement que j'en ai soumis à mes expériences plus de 150; je me bornerai dans ce mémoire à faire connoître leurs résultats généraux qui sont les suivans.

L'air obtenu par lés plantes exposées sous l'eau au soleil fut plus ou moins abondant, plus ou moins rare, suivant les diverses espèces des plantes employées dans mes expériences; mais il fut toujours préférable par sa pureté à l'air atmosphérique, parce que le gaz oxygène qu'il contenoit outrepassoit dans mes eudiomètres les 20° qui fixoient la mesure du gaz oxygène contenu dans le premier: j'en ai trouvé dans plusieurs 45°, 50°, 58°; quelques autres m'en ont donné 70°, 80°, et même jusques à 92°: le reste des degrés pour arriver à 100 étoit un mélange des gaz acide carbonique et azote.

Voici les résultats que me donnèrent les plantes dans l'air. La mesure de l'air commun introduite dans les tubes resta la même sans la moindre altération de ses composans les gaz oxygène et azote, ou cette mesure s'augmentoit le plus souvent par l'air que la plante lui fournissoit. Il y avoit, par exemple, 20° d'air disparu par la combustion du phosphore, et par conséquent l'air où la plante avoit été renfermée étoit resté ce qu'il étoit avant sa clôture; c'étoit l'air commun lui-même; mais je voyois aussi d'autres fois 22°, 25°, 24°, et même 26° disparus par la combustion; il y avoit quelques plantes qui laissoient

80° de gaz oxygène et davantage sous l'eau, alors les résidus de ces gaz étoient les gaz acide carbonique et azote.

Il paroît donc que la quantité de gaz oxygène que les plantes répandent dans l'air est fort petite, en comparaison de celle qu'elles répandent dans l'eau.

Je ne pense pas que l'on puisse dire, que la quantité du gaz oxygène fournie par les plantes dans l'eau soit aussi fournie dans l'air; parce que comme il reste alors noyé dans le gaz azote de l'atmosphère, le phosphore ne peut l'absorber qu'en petite dose. Des expériences multipliées prouvent le contraire. Si une mesure donnée de gaz oxygène se mêle avec une double, une triple, une quadruple de gaz azote, ou acide carbonique, ces quantités diverses de gaz mêlées avec une mesure donnée du gaz oxygène n'empêcheront point le phosphore d'y détruire cette mesure : de même si au 20° de gaz oxygène de l'air commun, on en mêle 100, 200 de gaz azote et davantage, le phosphore absorbera de même les 20° du premier. Il résulte donc de là, que la petite quantité du gaz oxygène qui se trouve dans l'air commun avec lequel les plantes sont renfermées, provient uniquement de ce qu'elles n'en ont pas donné davantage.

Appuyé sur ces principes je ne croirai pas m'éloigner de la vérité, en assurant, que les plantes terrestres ne fournissent pas à l'air atmosphérique cette grande abondance de gaz oxygène qu'on a soupçonnée.

Mon savant ami Senebier, quoiqu'il n'ait pas fait des expériences directes sur ce sujet particulier, puisqu'il ne pouvoit pas se servir de l'eudiomètre à phosphore, que l'on ne connoissoit pas lorsqu'il travailloit sur ces matières, a pourtant soutenu ces conséquences par de très-fortes conjectures, et je le vois tout-à-fait dans mon opinion ; cette conformité me plaît d'autant plus, que je la partage ainsi avec un physicien, qui est un des meilleurs juges sur ces objets. Voici ses propres paroles : « J'ai fait observer » que la quantité d'air fournie par les feuilles, et » qui s'échappe dans l'air est proportionnelle à la » quantité d'acide carbonique que l'atmosphère peut » communiquer aux plantes, et comme elle en » fournit pour l'ordinaire beaucoup moins que les » eaux imprégnées d'acide carbonique, ou bien que » celle des eaux de sources et d'étangs, il est évi- » dent que les feuilles doivent donner beaucoup » moins de gaz oxygène dans l'air que dans l'eau ; » d'ailleurs le poids de l'eau peut faciliter la sortie » de cet air et la rendre plus abondante ; enfin l'air » filtré au travers de l'eau doit être meilleur que » celui qui traverse seulement les feuilles pour en- » trer dans l'air, parce que cette eau le lave et le » sépare d'une partie de cet acide carbonique qu'il » auroit pu retenir. » *Mém. physico-chimiques, T. I, p. 228, 229.*

Jusques à présent j'ai parlé de ce qui arrive, quand les végétaux sont exposés à la lumière immédiate du soleil ; à présent je dois m'occuper de ce qu'ils produisent, quand ils sont exposés dans l'air

et dans l'eau, à l'ombre et à l'obscurité de la nuit. Ingenhouz a fait sur ce sujet plusieurs belles expériences qui se réduisent à ce résultat final.

Les feuilles des plantes herbacées et ligneuses renfermées dans l'eau et tenues à l'obscurité donnent très-peu d'air, et cet air est très-méphitique, comme le prouvent le gaz nitreux et l'extinction de la flamme d'une bougie.

Il ajoute que les feuilles de ces deux genres de plantes à l'ombre et à l'obscurité vicient aussi beaucoup l'air dans lequel on les place, et il en fournit deux preuves décisives par le gaz nitreux et l'extinction de la flamme; il en ajoute même une troisième, celle de la mort prompte d'un oiseau introduit dans cet air.

Cet excellent physicien veut encore que le méphitisme communiqué à l'air soit produit par une exhalaison des plantes, parce que si une plante est renfermée dans le vide par le mercure, on trouve dans une seule nuit une quantité notable d'un fluide aérien, qui paroît être en partie de l'acide carbonique, et en partie de l'air entiérement méphitique et absolument mortel pour les animaux qu'on y renferme. *V. Expériences sur les végétaux, T. I, p. 11.*

Le naturaliste de Genève qui a écrit après le Hollandois, a une opinion parfaitement opposée, il prétend que les plantes mises dans l'eau et privées de l'action immédiate de la lumière ne fournissent point d'air quand elles sont saines. Le nombre des

expériences qu'il a faites pendant deux étés sur ce sujet est prodigieux; il les a variées de mille manières, il a soumis à ces épreuves les plantes qui fournissent le plus d'air, comme celles qui en fournissent le moins; il ne s'est pas borné à suivre ces expériences sur les plantes terrestres herbacées et ligneuses, il les a étendues aux plantes aquatiques; le résultat a toujours été le même, les plantes ont toujours refusé de donner de l'air lorsqu'elles ont été exposées sous l'eau à l'obscurité naturelle de la nuit, comme à une obscurité artificielle; mais aussi ces plantes ne tardoient pas à donner de l'air, quand elles étoient exposées au soleil, et s'il a vu très-rarement quelques bulles d'air produites sous l'eau par ces plantes à l'obscurité; il s'est aussi aperçu qu'elles étoient le produit d'une fermentation commencée.

Le nombre des jours nébuleux étant beaucoup plus grand à Pavie que celui des jours clairs et sereins, j'eus tous les moyens de faire les expériences que je voulus sur ce sujet. Je trouve dans mes journaux que j'en ai fait 114. J'ai non-seulement employé les plantes diverses dont Ingenhouz et Senebier se sont servi; j'ai voulu encore que chacune d'elles restât seulement couverte d'eau pendant 15 heures, de peur qu'un plus long séjour, surtout quand la température étoit chaude, ne les disposât à fermenter.

Le résultat a été, que sur 114 espèces de plantes, j'ai vu dix espèces qui ont donné sous l'eau un peu d'air véritablement méphitique, c'étoit un mélange

d'acide

d'acide carbonique et d'azote; mais les autres 104 espèces de plantes n'en ont point fourni (1).

Que faudra-t-il donc conclure de cette dissonance des résultats? Il me semble qu'on doit dire que dans le nombre infini des végétaux, il y en a qui sont d'une nature différente, et par conséquent qu'il y en a un petit nombre qui sans une action immédiate du soleil produisent plus ou moins d'air, à moins que cet air n'y soit déjà moins pur, quand il est formé par l'action de la lumière solaire, mais je n'oserai pas l'affirmer par l'observation suivante. . . . (2).

---

(1) J'ai vu dans le Journal de Spallanzani comme je le dirai en son lieu, qu'il avoit cru que ces plantes qui avoient fourni l'air gâté commençoient à s'altérer.

(2) Ici finit le manuscrit du mémoire que Spallanzani vouloit publier; j'ai préféré de raconter ses expériences à en donner les résultats : il me semble qu'on y trouvera plus d'instruction et d'intérêt. Je vais recommencer à faire parler ce grand naturaliste; on regrettera sûrement sa manière.



MÉMOIRE III.

Sur les Plantes exposées au soleil et à l'ombre, dans l'air et sous l'eau (1).

CHAPITRE PREMIER.

Préliminaires nécessaires pour traiter ce sujet.

§ I.

Comme il est impossible de faire avec une grande exactitude des expériences sur les plantes exposées au soleil et à l'ombre, sans s'assurer d'abord, si la lumière du soleil, l'air et l'eau exercent réciproquement quelque action les uns sur les autres, et sans savoir si la chaleur agit dans les vases clos d'une manière différente qu'à l'air libre, il falloit nécessairement faire précéder des expériences sur ces objets, parce que leurs résultats pourront toujours facilement s'appliquer aux expériences racontées dans cet ouvrage.

§ II.

La première question qui se présente ici, c'est celle dont la solution apprendra, si la chaleur et la lumière ont quelque influence sur l'air commun et sur le gaz oxygène.

§ III.

Pour le découvrir j'exposai un volume donné

---

(1) *Note de l'Editeur.* Je commence ici l'emploi que je ferai des journaux d'expériences de Spallanzani.

d'air commun et de gaz oxygène à la chaleur, à la lumière et à l'obscurité dans des vaisseaux fermés par l'eau; mais je m'aperçus bientôt par les différences remarquables que j'observai entre mes expériences, que l'eau jouoit un rôle particulier dans les effets produits, et par conséquent que les inductions que je pourrois en tirer ne seroient pas solides; parce que si le gaz oxygène est absorbé par l'eau, comme cela étoit très-probable, et comme je l'ai prouvé dans mon *Chemico esame degli esperimenti del signor Gottling*, je ne pouvois pas conclure des changemens produits par cette cause à ceux que la lumière ou la chaleur pouvoit y faire naître; de sorte qu'en renonçant à cette manière de faire ces expériences, je résolus d'en employer une autre qui fût plus sûre.

§ IV.

Je renfermai donc de l'air commun et du gaz oxygène, chacun séparément dans des flacons de verre bien fermés avec des bouchons usés à l'émeri; je les mis ensuite sur leur col dans de petits vases pleins d'eau, et je les exposai de cette façon à la lumière du soleil, ayant bien soin qu'il y en eût deux qui reçussent toute la lumière; tandis que deux autres semblables et égaux à ceux-ci seroient toujours dans la même exposition couverts d'un étui de carton, afin qu'ils pussent éprouver la chaleur que le soleil devoit leur communiquer, sans ressentir aucun effet de son illumination.

Le gaz oxygène fut exposé au soleil sous *l'étui de carton* pendant 204 heures, et il en avoit éprouvé

toute la chaleur, c'étoit au milieu de juillet, le thermomètre dans un de ces flacons étoit monté à 38° : le gaz oxygène essayé au bout de ce temps-là par le moyen du phosphore ne laissa que $\frac{8}{100}$ de résidu. Le gaz oxygène exposé à la *lumière du soleil* pendant le même temps essayé de la même manière laissa $\frac{11}{100}$ de résidu; de sorte que la différence est au moins très-petite; mais il faudroit encore rabattre de ces résidus cette portion de gaz oxygène que le phosphore brûlant ne consume pas.

Je répétai cette expérience sur le gaz oxygène de la même manière pendant 432 heures d'exposition au soleil; je fis l'essai du gaz des deux flacons qui étoient toujours restés voisins; l'un d'eux avoit été découvert et l'autre étoit sous l'étui de carton; j'eus encore un résultat à peu près semblable au précédent.

L'air commun resta exposé au soleil dans les deux flacons disposés de la même manière pendant 300 heures, il n'y souffrit aucune espèce d'altération.

Je répétai encore la même expérience avec le gaz oxygène pendant 307 heures, et j'y apportai à tous égards la plus scrupuleuse attention. J'essayai le gaz oxygène des deux flacons au bout de ce temps-là, et je n'y trouvai que 3° $\frac{1}{2}$ d'azote.

Cette expérience prouve incontestablement que la lumière du soleil en été, lorsqu'elle est la plus vive et la plus pure n'altère en aucune manière le gaz oxygène pendant 307 heures, et qu'il y reste le même que celui qui y avoit été exposé couvert d'un étui de carton.

Je me suis assuré que les 3° $\frac{1}{12}$ d'azote, que j'ai

trouvé dans ce gaz oxygène, y étoient de même avant l'expérience.

J'ai encore vu par les mêmes moyens et pendant le même temps, que l'air commun ne souffroit dans les mêmes circonstances aucune espèce d'altération.

§ V.

Ingenhouz dans ses *Expériences sur les végétaux, T. II, p. 210 et 211*, dit : que « l'air enfermé et mis au soleil se réchauffe naturellement plus vîte que l'air libre. Une plante donc renfermée dans cet air reçoit facilement un degré de chaleur, qui fait languir les plantes ; de sorte que sa bénigne influence sur l'air en contact avec elle se ralentit bientôt, et cesse tout-à-fait ; aussi mes expériences répétées dans des climats plus chauds que celui où je vis auroient des résultats totalement différens de ceux que j'ai eu, et les plantes altérées produiroient un air mauvais à la place d'un meilleur ».

J'examinai ce fait important par l'expérience ; je plaçai donc un thermomètre dans l'air libre au-dessus d'un récipient plein d'air. Je suspendis un autre thermomètre sous un tube plein d'air fermé hermétiquement dans sa partie supérieure et renversé sur son ouverture dans un vase plein d'eau, qui y tenoit l'air renfermé ; les deux thermomètres à l'ombre marquoient 8°, je les laissai dans cette position pendant trois-quarts d'heure, ce qui étoit bien suffisant, puisqu'au bout d'un quart-d'heure ils atteignirent le maximum de la chaleur.

Le thermomètre *à l'air* étoit monté au soleil à 12° ; celui qui étoit *dans le tube exposé de même*

au soleil monta à 17°. La chaleur étoit donc bien plus grande dans le tube qu'à l'air libre.

J'observerai ici comme je l'ai déjà dit, que mes expériences ayant été faites sur les plantes pendant l'hiver, je n'ai pas lieu de craindre qu'elles aient éprouvé une chaleur qui ait pu leur nuire; puisque quand le mercure seroit monté à 20°, les plantes auroient alors été exposées à une température moins haute que celle qu'elles ressentent naturellement en été à l'air libre dans nos climats.

Pendant que je faisois cette expérience, je mis sous des récipients semblables à celui où j'avois placé le thermomètre, et contenant 178,35 centimètres cubes, ou 9 pouces cubes d'air commun trois rameaux de la *lavendula spica* ; ils y restèrent exposés au soleil pendant 6 heures ½; le bout des tiges trempoit dans l'eau qui fermoit les récipients; ces rameaux se conservèrent très-verts, et la chaleur de 21° qu'ils y éprouvèrent ne leur nuisit en aucune manière.

Je répétai cette expérience avec le même succès, et j'observai qu'il fallut le temps d'une heure et demie, avant que la chaleur y fût arrivée à son maximum; de sorte qu'il faut un temps assez long, pour que la chaleur se communique à cet air renfermé.

§ VI.

Mais les plantes souffrent-elles dans les vases clos ?

Je tins pendant 7 jours à l'ombre, dans une température de 6 à 8°, trois flacons fermés avec des

bouchons usés à l'émeri; j'avois mis dans l'un un rameau de *lavendula spica*, dans le second quelques feuilles de *l'aloë humilis*, et dans le troisième quelques-unes de celles du *sempervivum tectorum*, pour voir les changemens, que l'air leur occasionneroit et ceux que les feuilles produiroient dans l'air; au bout des 7 jours, je fis l'essai de l'air des flacons et l'examen des plantes.

Le flacon de *l'aloë humilis* laissa échapper une grande quantité d'air, quand je l'ouvris sous l'eau; c'étoit du gaz acide carbonique; il n'y avoit plus de gaz oxygène.

Le flacon du *sempervivum tectorum* laissa échapper aussi en l'ouvrant une ou deux bulles d'acide carbonique; il n'y avoit plus de gaz oxygène.

Le flacon de la *lavendula spica* laissa échapper en l'ouvrant deux ou trois bulles d'air; il n'y avoit plus de gaz oxygène, mais il y eut deux ou trois degrés d'azote produit.

Les deux premières plantes me parurent encore très-fraîches, mais la dernière avoit souffert dans ses feuilles.

Il est donc certain que dans ces trois expériences tout le gaz oxygène de l'air commun avoit disparu, et qu'il avoit été absorbé par les plantes renfermées avec lui. Il faudroit donc dire que le gaz oxygène de l'air qui s'est combiné avec le carbone de la plante a produit l'acide carbonique trouvé dans le flacon; mais comme cet acide est composé de 72 parties d'oxygène et de 28 de carbone, il est clair que $\frac{20}{100}$ de gaz oxygène doivent donner beaucoup plus de

$\frac{29}{100}$ d'acide carbonique, par conséquent il est clair qu'une partie de ce gaz oxygène a été absorbé par la plante.

§ VII.

J'ait fait voir quelle étoit la température de l'air renfermé sous un récipient exposé au soleil, et je l'ai trouvée plus haute qu'à l'air libre; j'ai cru nécessaire de chercher encore la température de l'air et de l'eau dans le même récipient dont la forme étoit tubulaire.

Je renfermai pour cela sous le même récipient, deux thermomètres; l'un étoit dans l'air qui reposoit sur l'eau; l'autre plongeoit dans cette eau; les deux thermomètres avant l'expérience étoient au même degré.

Je plaçai cet appareil sur ma fenêtre à 4 heures après midi; le soleil fut quelquefois voilé par les nuages. Voici le résultat de cette expérience.

Tandis que le thermomètre plongeant dans l'eau étoit à 11°, le thermomètre dans l'air étoit à 16°; au bout de trois-quarts d'heure après cette observation, le thermomètre plongé dans l'eau étoit à 12° $\frac{1}{2}$, et celui qui étoit au-dessus dans l'air à 15°; demi-heure après le soleil baissa beaucoup, il n'éclaira plus le récipient, alors les thermomètres dans l'air et dans l'eau furent à 12°.

§ VIII.

J'avois formé le projet d'employer différens gaz dans mes expériences; je devois donc rechercher encore, s'ils souffriroient quelqu'altération sur l'eau à la lumière.

J'exposai le *gaz hydrogène* pendant plusieurs jours à l'action de la lumière, il reposoit sur l'eau; au bout de ce temps, il ne me parut point altéré; sa flamme me sembla la même; quand je le brûlai, il détonna avec la même force qu'auparavant; de sorte qu'il me parut être resté ce qu'il étoit et parfaitement semblable à celui qui avoit été à l'ombre pendant le même temps.

§ IX.

Je remplis dans les mêmes vues un flacon fermé par un bouchon usé à l'émeri avec le gaz *acide carbonique*; je l'exposai au soleil, où il fut soumis à son action pendant 58 heures, et où il éprouva une chaleur de 20 à 30°. Je mis alors un autre flacon semblable rempli du même gaz à l'obscurité, où il resta le même temps; je fis l'essai de ce gaz au bout de 10 jours, et je trouvai que ce gaz s'étoit conservé dans les deux cas sans altération, que son absorption dans les deux cas fut la même par l'eau de chaux, et j'y trouvai la même quantité d'azote que l'on y trouve toujours.

§ X.

Il falloit s'assurer encore, que l'acide carbonique ne s'altéroit pas sur le mercure. J'en laissai donc sur le mercure sous un récipient pendant 10 jours; il ne souffrit alors d'autres altérations, que celles qui devoient résulter de la différence de la chaleur et du poids de l'atmosphère; au bout de ce temps, je l'examinai avec plus de soin, et je le trouvai parfaitement le même; il fut complétement absorbé par l'eau de chaux, à l'exception de cette petite quantité

d'azote qui ne le quitte pas ; de sorte que j'ai pu être assuré que dans toutes mes expériences faites avec le mercure, il est bien sûr que la quantité d'acide carbonique produite par les animaux et les plantes sur le mercure n'a point été changée.

§ XI.

Mais qu'arrivera-t-il, si le gaz acide carbonique est mêlé avec l'air commun ? C'étoit encore une question, qu'il falloit résoudre, pour pouvoir être sûr de l'estimation, qu'il faudra faire de la quantité d'acide carbonique fournie par les substances qui en rendent. Je fis donc l'expérience suivante pour avoir cette solution que je cherchois.

Je remplis sous l'eau quatre flacons d'une capacité égale, et fermés avec des bouchons usés à l'émeri, en y introduisant un mélange d'air commun et d'acide carbonique, dont les qualités étoient les mêmes : je bouchai les flacons avec soin, je les redressai, et je les laissai ainsi pendant une heure et demie, afin que l'acide carbonique, qui est plus pesant gagnât le fond. Entre ces quatre flacons, il y en avoit trois d'un col étroit, le quatrième avoit un col fort large. Je voulus savoir, si l'acide carbonique qui traverseroit s'échapperoit hors des flacons. Je les débouchai au bout d'une heure et demie, et j'en voulois faire l'examen douze heures après la préparation de l'expérience.

Mais lorsqu'une heure se fut écoulée, je débouchai ces flacons ; il me parut alors que l'acide carbonique s'étoit évaporé ; j'introduisis une petite bougie

dans le flacon à col large, elle entra jusques au fond, et elle y resta allumée comme en plein air.

Au bout de 12 heures je fis une analyse plus sévère des trois autres flacons; j'en fis passer l'air dans mon eudiomètre, je le lavai avec l'eau de chaux, et il n'y eut point de diminution.

Il paroît donc que l'acide carbonique malgré sa pesanteur plus grande que celle de l'air commun, le traverse et s'évapore entiérement : mais l'expérience que je fis avec la bougie allumée fait voir, que la sortie de l'acide carbonique hors de l'air commun avec lequel il avoit été mêlé fut extrêmement prompte, puisqu'elle fut finie au bout d'une heure.

§ XII.

Je répétai cette expérience d'une manière plus précise : je pris trois flacons à col large, et fermant bien avec des bouchons usés à l'émeri : je remplis sous l'eau chacun d'eux avec un tiers d'air commun et deux tiers d'acide carbonique; je les fermai scrupuleusement; je les tins sur leurs fonds pendant un quart-d'heure, afin que le mélange se fît complétement, ou que l'acide carbonique se précipitât, je les ouvris alors, j'y plongeai une bougie allumée qui s'éteignit, lorsque j'arrivai au milieu du flacon, sept minutes après la lumière s'y affoiblit; au bout de six autres minutes, elle y brilloit comme dans l'air commun; enfin après trois autres minutes elle brûla jusques au fond comme dans l'air libre, parce que l'acide carbonique en étoit sorti, en traversant l'air commun qui a dû se placer dans la partie supérieure du vase.

§ XIII.

Comment donc arrive-t-il qu'en remplissant à moitié un flacon d'eau acidulée avec l'acide carbonique, l'air qui est au-dessus d'elle ne contienne point d'acide carbonique lorsque le diamètre de son ouverture est large, et qu'on y en trouve lorsque ce diamètre est étroit ?

Cela est probablement produit, parce que l'acide carbonique de cette eau la quitte continuellement ; alors si la bouche du flacon est large, ce gaz en sort avec facilité, et par conséquent avec promptitude ; mais si elle est étroite, ce gaz sort plus difficilement, et par conséquent avec plus de lenteur.

§ XIV.

Je savois bien que je serois obligé d'employer *l'eau* dans mes expériences et qu'elle pourroit aussi avoir son influence sur l'air ; il m'étoit donc important de la connoître, soit pour la distinguer dans les effets produits sur les sujets de mes expériences, soit pour me tranquilliser sur ceux que je saurois sûrement qu'elle ne produit pas.

Il me convenoit d'autant plus de faire cette recherche, que j'avois aussi employé l'eau quelquefois dans mes précédentes expériences sur les animaux, et que je devois l'employer encore plus souvent dans celles-ci ; pour cela je me servis de l'eau de mon puits qui m'a toujours servi, et qui me servira de même toujours pour ces recherches.

J'essayai d'abord l'air que j'employai, et je trouvai suivant la coutume et après plusieurs essais semblables, qu'il contenoit 0,20 de gaz oxygène, ou

qu'il y avoit 20° absorbé par la combustion du phosphore.

La température pendant la durée de l'expérience qui fut de 21 jours, se trouva de 9°, 7°, et 8°.

L'air resta renfermé sous un récipient qu'il remplissoit en partie pendant 21 jours, il reposoit sur l'eau de mon puits, qui occupoit une partie du récipient, et lui servoit de clôture, parce qu'il y étoit renversé sur sa partie ouverte. Pendant cet espace de temps, je n'aperçus d'autres changemens dans le niveau de l'eau qui entroit sous le récipient, que ceux qui étoient produits par les variations de la température et du poids de l'atmosphère.

Au bout de ces 21 jours j'essayai cet air renfermé avec l'eau de mon puits par mes moyens eudiométriques, et je trouvai qu'il n'y avoit eu réellement aucune espèce d'altération, et que les résultats que j'obtins fúrent rigoureusement les mêmes que ceux que j'avois eu avant de l'enfermer.

Je puis donc conclure, que cette eau pendant ces 21 jours n'avoit altéré en aucune manière la pureté et la quantité de cet air. Je puis donc affirmer que dans toutes mes expériences faites avec cette eau sur les animaux et sur les plantes, les changemens que j'ai observé dans l'air où je les ai placés leur doivent être entiérement attribués.

Je répétai cette expérience de la même manière en plaçant mon récipient plein d'air commun sur l'eau de ma cuve, où il resta pendant 6 jours, et j'eus les mêmes résultats que dans la précédente expérience ; de sorte que j'affirme encore mieux les conséquences que j'en avois tirées.

§ XV.

Il me vint pourtant un scrupule ; je pensai que si l'eau froide n'altéroit pas la pureté de l'air, il pourroit arriver que l'eau employée quelquefois dans mes expériences à une température plus haute causât de l'altération à l'air qui la recouvroit ; il falloit donc résondre encore ce scrupule.

J'exposai de l'air avec les mêmes précautions, que dans l'expérience précédente sur l'eau dans un flacon bien fermé et exposé à la chaleur de mon fourneau pendant cinq ou six jours. J'en examinai alors l'air avec soin, et je le trouvai au bout de ce temps-là au même degré de pureté qu'il avoit lorsque je le renfermai avec l'eau dans le flacon où il séjourna ; de sorte que la chaleur que l'eau éprouva ne produisit aucun effet délétère sur l'air qui la recouvroit.

Je répétai cette expérience de la même manière sur 29,71 centimètres cubes, ou un pouce et demi cube d'air commun renfermé sur l'eau sous un petit récipient placé sur mon fourneau pendant quatre jours, et j'eus encore un résultat semblable au précédent.

§ XVI.

Mais l'eau elle-même ne fourniroit-elle point de l'air qui pût s'introduire dans l'air dont elle est recouverte ? Senebier dans ses *Mémoires physico-chimiques*, *T. I*, *p. 30*, *31*, dit que l'eau seule exposée au soleil sous des récipients qui en sont pleins ne donne ordinairement point d'air, ou que si elle en donne c'est seulement dans une quantité très-petite ; je voulus encore examiner ce phénomène.

J'exposai pendant trois heures au soleil deux tubes pleins d'eau de puits ; dans l'un je mis cette plante appelée *porcellana* qui peut être placée dans la classe des plantes grasses, dans l'autre il n'y eut que l'eau pure.

Pendant ce temps, il y eut dans le tube où étoit la plante 4,95 centimètres cubes, ou un quart de pouce cube d'air produit ; mais dans le tube où étoit l'eau pure, il y eut une bulle d'air qui pouvoit être environ la septième partie de la bulle du récipient où étoit la plante ; il y eut donc plus d'air produit dans le tube, où étoit l'eau seule, que je n'aurois cru suivant l'expérience de mon ami ; mais cette différence dans le produit pouvoit dépendre de la différence de l'eau qu'il pouvoit avoir employée.

§ XVII.

J'imaginai pourtant que cet air n'étoit pas produit par l'eau, mais par une multitude de petites bulles attachées à la surface intérieure du récipient de verre où l'eau étoit renfermée, et que la chaleur détachoit; puisque je les voyois partir des parois du tube et de la surface du vase sur lequel reposoit le récipient.

Pour vérifier cette conjecture, je tins le récipient et le vase, où il devoit reposer dans l'eau bouillante pendant trois-quarts d'heure, afin d'en chasser tout l'air qui pouvoit y être adhérent ; ensuite pendant que le récipient et le vase étoient très-chauds, je les remplis de la même eau du puits, que j'avois employée précédemment, et je les exposai au soleil qui ne fut pas de la plus pure clarté.

Je fis en même temps une autre expérience ; je

remplis de cette eau bouillie et chaude un autre récipient avec le vase qui le portoit; je remplis de même un troisième récipient qui n'avoit pas été mis dans l'eau bouillante avec cette eau bouillie : enfin j'eus un quatrième récipient plein de l'eau du puits sans avoir soumis le récipient à la chaleur de l'eau bouillante comme les deux premiers ; mais je les exposai tous également aux rayons immédiats du soleil.

Le résultat ne fut point celui que j'avois attendu. Les récipiens et les vases remplis de l'eau qui n'avoit pas été bouillie donnèrent très-peu d'air au soleil ; mais les récipiens pleins d'eau bouillie n'en donnèrent point du tout, quoiqu'il y eût des récipiens qui n'avoient pas été tenus dans l'eau bouillante avec les vases qui les portoient.

Les premiers récipiens qui avoient donné très-peu d'air firent d'abord paroître des bulles infiniment petites sur la surface intérieure des récipiens ; elles s'augmentèrent ensuite, s'élevèrent et formèrent au sommet du récipient une bulle, mais il n'y en eut point dans les autres.

Il faut donc conclure, que les petites bulles qui parurent sur la surface intérieure des récipiens et des vases qui les portoient n'étoient pas adhérentes à eux, puisqu'ils avoient été placés dans l'eau bouillante, et par conséquent que les petites bulles, et la bulle produite provenoient de l'eau elle-même ; j'en trouvai au bout de deux heures et demie une bulle à peu près égale à la précédente.

§ XVIII.

Je fis alors une autre expérience ; je remplis de

nouveau

nouveau un de ces récipiens qui avoit été bouilli, où il y avoit eu de l'eau bouillante, et qui n'avoit point fourni d'air au soleil avec l'eau de mon puits, je remplis ainsi ce récipient immédiatement après en avoir vidé l'eau bouillie qui y avoit été ; il étoit bien sûr alors, que si les bulles étoient restées attachées au verre, malgré l'ébullition dans l'eau, elles n'y seroient plus, et que si j'avois encore de l'air produit, il proviendroit vraiment de l'eau; puisqu'on ne pourroit comprendre comment cet air auroit pu être si fortement adhérent au récipient pour résister à l'action du soleil dans l'expérience précédente, et comment il auroit pu en produire autant, que lorsque les récipiens bouillis avoient été remplis de l'eau non bouillie.

Je mis donc ce récipient ainsi préparé au soleil, et j'eus alors de petites bulles comme j'en avois eu auparavant.

§ XIX.

Je variai de nouveau l'expérience, je renversai le tube sous l'eau dans mon appareil hydro-pneumatique, pour en sortir l'air qui s'étoit produit, je fis la même chose pour le petit vase, qui portoit le récipient, et je remis le même récipient ainsi rempli au soleil, mais les petites bulles ne furent plus aussi nombreuses.

La cause en fut sans doute, parce que l'eau du récipient et celle du vase n'avoient pas été renouvelées et qu'elles avoient perdu une partie de l'air qu'elles contenoient.

§ XX.

Le lendemain je vidai le récipient et le vase qui le portoit, et je les remplis avec l'eau de mon appareil pneumato-chimique; mais je n'eus encore qu'un petit nombre de bulles; de sorte qu'il pouvoit bien être arrivé, que les bulles d'air que j'avois obtenues dans les précédentes expériences fussent produites par l'eau de l'appareil, qui étoit entrée dans le récipient; je vidai donc de nouveau le récipient, je le remplis avec l'eau du puits, mais le soleil se couchoit et je n'eus rien de précis pour le résultat que j'attendois.

Le lendemain donc encore, j'exposai cette eau au soleil sous un récipient contenant un volume de 148,62 centimètres cubes, ou 7 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'eau, et j'obtins un volume d'air qui pouvoit être $\frac{1}{50}$ de pouce cube, les bulles se formèrent toujours sur les parois du récipient et sur la surface intérieure du vase, mais elles ne sortirent jamais de l'intérieur de l'eau; on les voyoit se détacher de la surface du verre, où elles se formoient, et je les faisois partir en secouant le récipient, il s'en échappoit même lorsque je n'en voyois plus à la surface du verre.

Je plongeai alors le récipient dans l'eau fraîche du puits; j'en fis sortir l'eau que je remplaçai avec de l'eau nouvelle; je plaçai le récipient avec la nouvelle eau au soleil, et j'obtins encore la même quantité d'air; je répétai ainsi huit fois cette opération, et j'eus toujours le même résultat, mais il me parut, que j'avois un peu plus d'air, lorsque la chaleur solaire étoit plus forte, alors j'en avois $\frac{1}{20}$ de pouce cube.

Je n'eus pourtant jamais d'air hors de l'eau, lorsque je faisois bouillir l'eau pendant une demi-heure, avant de l'enfermer sous le récipient, ou lorsque je l'avois laissée long-temps exposée au soleil; ce qui me fait conclure que l'eau de mon puits donnoit véritablement de l'air, lorsqu'elle étoit ainsi exposée au soleil sous un récipient qui en étoit rempli.

§ XXI.

Je renouvelai souvent l'eau des récipiens, que j'exposai ainsi au soleil, et je gardai l'air produit, afin d'en avoir une quantité suffisante pour pouvoir en faire l'essai; par ce moyen je trouvai que cet air rendu par l'eau exposée au soleil étoit un pur azote.

Ce gaz ne fut point diminué par l'eau de chaux; le phosphore n'y brûla point, et je ne pus l'enflammer avec une bougie allumée. Il seroit possible que ce fût l'azote uni avec l'acide carbonique, parce celui-ci resteroit dissous dans l'eau tandis que celui-là pourroit s'en échapper.

§ XXII.

Je voulus connoître la quantité d'acide carbonique contenue dans l'eau de mon puits; j'avois 217,98 centimètres cubes, ou 11 pouces cubes de cette eau dans un vase, j'y versai de l'eau de chaux, jusques à ce qu'il ne se fît plus de précipité; je filtrai cette eau pour l'obtenir, je le séchai, et je trouvai qu'il pesoit 26,54 milligrammes, un demi-grain fort; ce qui m'indique à-peu-près la quantité en poids d'acide carbonique contenu dans ces 11 pouces cubes d'eau, puisque ce carbonate calcaire contenoit les $\frac{42}{100}$ de ce gaz.

Cette eau cependant tenue au soleil en contact avec l'air commun ne lui fournit point d'acide carbonique, comme je l'ai déjà dit, au moins, je n'y ai jamais trouvé plus d'acide carbonique que cet air n'en a communément.

Je ne répéterai pas les expériences que j'ai déjà racontées dans le Mémoire où j'ai voulu prouver que les eaux ne décomposoient pas l'acide carbonique, quoiqu'une partie d'entr'elles pût avoir ici naturellement sa place : il me suffira de les avoir rappelées et d'y renvoyer, parce qu'elles peuvent être utiles dans la suite de ces recherches.

§ XXIII.

Senebier m'apprit qu'Ingenhouz et Desaussure le fils avoient découvert séparément, que les terres mouillées fournissoient l'acide carbonique ; cette découverte étoit importante, parce que cet acide peut servir d'aliment aux plantes, suivant l'opinion de mon ami de Genève ; je soumis cette découverte à l'expérience, afin de voir si réellement cet acide étoit formé dans ce cas par l'union du gaz oxygène de l'air atmosphérique, avec le charbon contenu dans la terre.

Je tins pour cela pendant 25 heures dans un flacon bien fermé 39,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes de la terre de mon jardin humectée par la pluie avec 2 pouces cubes d'air commun, le flacon resta à l'ombre.

Je fis l'essai de cet air, et je n'y trouvai pas sensiblement l'acide carbonique, mais j'en trouvai 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube dans la terre.

§ XXIV.

Je fis la même expérience sur la terre de quelques pots de fleurs ; elle contenoit quelques grains de raisins; j'en mis 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes dans un flacon qui contenoit, outre cela, 128,80 centimètres cubes, ou 6 pouces ½ cubes d'air commun : je les laissai à l'ombre pendant 4 heures dans ce flacon soigneusement fermé.

Je fis ensuite l'essai de l'air où je trouvai 3° ½ d'acide carbonique provenant sans doute de la combinaison du gaz oxygène de l'air avec le charbon des matières végétales contenues dans cette terre.

§ XXV.

Je refis la même expérience avec plus de soin, je renfermai dans un flacon 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de terre avec 39,63 centimètres, ou 2 pouces cubes d'air commun; ils restèrent 18 heures dans cette clôture presqu'hermétique, puisque le col du flacon bien fermé fut encore renversé dans un vase d'eau.

J'en examinai l'air à toute rigueur, et je trouvai clairement 2° d'acide carbonique produit avec 7° d'azote; mais il y eut 10° de gaz oxygène absorbés par cette terre humide.

§ XXVI.

Je mis ensuite sous un récipient 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de sable quartzeux et un peu humide avec une petite quantité de terre, j'y laissai 39,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun; cet appareil disposé de cette manière resta 18 heures dans cet état, c'est-à-dire une nuit

entière et le reste du temps exposé au soleil ; c'étoit en été.

Je trouvai 7° ½ d'acide carbonique.

§ XXVII.

Je refis l'expérience du § XXV, je mis dans un flacon fermé soigneusement 79,26 centimètres cubes, ou 4 pouces cubes de terre de jardin humide avec 59,45 centimètres cubes, ou trois pouces cubes d'air commun ; je mis le flacon fermé avec un bouchon usé à l'éméri sur son col dans un vase plein d'eau, il passa la nuit dans cet état, et fut encore exposé pendant 3 heures au soleil ; de sorte que cet appareil resta de cette manière pendant 18 heures.

Je fis ensuite l'essai de l'air, et je trouvai qu'il y avoit eu 10° de gaz oxygène absorbé et 5° d'acide carbonique avec 5° d'azote produits.

§ XXVIII.

Je répétai l'expérience du § XXVI avec du sable assez sec ; j'en mis 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes dans un flacon bien fermé avec 39,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun ; le flacon fut dans cet état pendant toute une nuit et pendant 5 heures exposé au soleil, de sorte que tout cela resta de cette manière pendant 18 heures.

En essayant l'air je trouvai 2° de gaz oxygène absorbé et 2° d'acide carbonique produit.

§ XXIX.

Enfin j'ai souvent employé des ÉPONGES dans mes expériences sur les animaux et les plantes pour les tenir humectés sans les mettre sous l'eau, il falloit

donc savoir encore si elles n'altéroient pas l'air employé dans l'expérience.

Je pris une éponge assez grosse que je lavai bien dans l'eau pure, je la mis sous un récipient avec une petite quantité d'air, que je plaçai sur mon fourneau et je le laissai ainsi pendant dix jours, mais je vis en essayant l'air qu'il n'avoit point été altéré par l'éponge.

§ XXX.

Il résulte de ces expériences 1.° que la chaleur et la lumière n'altèrent ni l'air commun, ni le gaz oxygène.

2.° Que quelques plantes renfermées dans l'air sous des récipiens ne souffrent pas de cette clôture d'une manière apparente.

3.° Que les gaz hydrogène et acide carbonique ne sont point altérés par la chaleur du soleil.

4.° Que l'eau n'altère point ces gaz exposés à la lumière du soleil et à l'obscurité.

5.° Que l'eau de puits exposée aux soleil fournit le gaz azote en très-petite quantité.

6.° Que les terres mouillées fournissent les gaz acide carbonique et azote et qu'elles absorbent le gaz oxygène.



CHAPITRE II.

Des plantes mises dans l'air et divers gaz, de diverses manières.

§ XXXI.

Je ne parlerai point ici de la manière de faire ces expériences, des précautions employées pour y réussir, de leur partie eudiométrique, la répétition en seroit inutile; j'ai déjà fait connoître quelques précautions qu'il est nécessaire d'employer, et j'ai décrit les procédés eudiométriques dans le premier *Mémoire sur la respiration*, § XXVI et XXVII, et au commencement de ce nouveau Mémoire.

§ XXXII.

J'ai mis à sec dans deux flacons contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun deux petites plantes *d'œillets*, je fermai ces flacons presqu'hermétiquement, et je les plaçai sur leur col dans un vase plein d'eau, où ils restèrent 20 heures. Je me suis néanmoins aperçu que la clôture n'étoit pas hermétique, puisqu'il étoit entré un peu d'eau dans le flacon.

J'examinai l'air renfermé et je trouvai qu'il avoit absorbé $17^\circ \frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produit $6^\circ \frac{1}{2}$ d'acide carbonique : il y en auroit eu sans doute davantage, si l'eau entrée dans le flacon n'en avoit pas absorbé une partie.

§ XXXIII.

En faisant cette expérience, j'en avois préparé une autre semblable dans un flacon de la même

capacité que le précédent, et fermé avec soin, l'expérience dura pendant le même temps; mais au lieu d'air commun je remplis le flacon avec le gaz hydrogène, et je m'étois bien assuré qu'il étoit pur et sans gaz acide carbonique.

J'examinai le gaz hydrogène au bout des 20 heures que dura l'expérience, et j'y trouvai 6° $\frac{1}{2}$ de gaz acide carbonique qui y avoit été produit.

§ XXXIV.

Après avoir fait l'examen des deux expériences précédentes, je laissai les deux plantes d'œillets dans leurs flacons; je renouvelai l'air commun de l'un des deux et le gaz hydrogène de l'autre; je fermai alors scrupuleusement ces deux flacons avec leurs bouchons usés à l'émeri; je les renversai sur leur col dans un vase plein d'eau, et je fis l'analise de l'air et du gaz hydrogène, après les avoir ainsi laissés pendant 23 heures.

Je vis d'abord qu'il n'étoit point entré d'eau dans le flacon de *l'air commun* et qu'il n'en sortit point de lui-même en l'ouvrant sous l'eau; ces deux plantes d'œillets avoient absorbé 12° de gaz oxygène et produit 12° d'acide carbonique.

Il ne faut donc pas s'étonner s'il n'est pas entré de l'eau dans le flacon comme dans l'expérience précédente, puisqu'il y eut dans cette expérience 17° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène absorbé et seulement dans l'autre un peu plus de la moitié de celui qui étoit contenu dans le flacon; car dans cette dernière expérience, il y a eu une plus grande quantité d'acide carbonique produit, et cette augmentation d'acide carbonique a suffi pour tenir le flacon plein.

Dans le gaz hydrogène, il y eut 5° d'acide carbonique produit, ou 1° $\frac{1}{2}$ de moins que dans la première expérience.

La température de l'air avoit été de 15 à 20°, et les plantes avoient souffert dans cette clôture.

§ XXXV.

Je répétai cette expérience, en renfermant dans ces flacons une quantité de feuilles d'œillet égales aux deux plantes que j'avois mises dans la précédente; tout y étoit donc égal; mais je laissai ces appareils remplis d'*air commun* en expérience pendant 28 heures, durant lesquelles il y eut pour elles 13 heures d'obscurité. Je fis ensuite l'essai de l'air.

J'ouvris ces flacons sous l'eau, il sortit du premier un jet d'air; j'examinai l'air du flacon, et je trouvai que les feuilles avoient absorbé 17° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produit 4° d'acide carbonique et 13° $\frac{1}{2}$ d'azote.

Les feuilles du second flacon absorbèrent 6° de gaz oxygène et produisirent 6° d'acide carbonique.

Mais comment accorder deux expériences si disparates; j'ai pensé que la différence pouvoit provenir de ce que les feuilles mises dans chacun des flacons avoient été prises sur des pots différents; de sorte que cette différence pouvoit dépendre de la nature des plantes, ou peut-être de la santé des feuilles.

§ XXXVI.

Je variai l'expérience faite dans le gaz hydrogène, en la répétant dans le gaz azote.

Je mis donc une plante d'œillet sous un récipient contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces

cubes d'air commun, et j'en plaçai une autre semblable et égale dans 2 pouces cubes de gaz azote, ils y restèrent pendant 15 heures; au bout de ce temps-là j'essayai l'air et le gaz.

L'œillet absorba dans *l'air commun* 6° de gaz oxygène et produisit 6° d'acide carbonique.

L'œillet dans le gaz azote produisit 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique, ou 1° $\frac{1}{2}$ de moins que dans l'air commun.

§ XXXVII.

Je suivis ces expériences sur différentes plantes en les répétant et les variant.

Je tins renfermé dans 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun pendant 7 heures sur mon fourneau, quelques branches de thym, *thymus vulgaris*, dont le pied plongeoit dans l'eau à la température de 14 à 18°.

J'en exposai pendant le même temps et de la même manière dans la même quantité d'air à la température de 7°.

Le premier absorba 15° de gaz oxygène et produisit 6° d'acide carbonique.

Le second absorba 8° de gaz oxygène et produisit 4° d'acide carbonique.

La différence de température en produit donc une grande dans l'absorption du gaz oxygène et la production de l'acide carbonique.

§ XXXVIII.

Je renfermai encore quelques branches de thym dans un flacon fermé avec un bouchon usé à l'émeri, et contenant 59,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, l'appareil resta 26 heures sur mon fourneau.

En essayant l'air je trouvai 11° de gaz oxygène absorbé probablement, 9° d'azote détruit de même, et 5° d'acide carbonique produit.

§ XXXIX.

J'entrepris des expériences analogues sur la lavande, *lavendula spica*.

Je mis dans deux tubes contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, un rameau de lavande; j'en plaçai un sur mon fourneau à la température de 18, 15 et 13° pendant 24 heures. Je mis l'autre pendant le même temps à la température de 7°.

La lavande qui avoit été *sur le fourneau* absorba tout le gaz oxygène et produisit 4° ½ d'acide carbonique.

La lavande qui avoit été à la température de 7° absorba 13° de gaz oxygène, produisit 4° d'acide carbonique et 7° d'azote, comme je m'en assurai par une bougie allumée qui ne l'enflamma pas.

Je craignis quelque erreur dans l'essai de l'air, de sorte que je répétai l'expérience rigoureusement de la même manière que la précédente.

La lavande *sur le fourneau* absorba tout le gaz oxygène et produisit 7° ½ d'acide carbonique, la température avoit été de 12, 15 et 20°.

La lavande qui avoit été à la température de 7° absorba aussi tout le gaz oxygène, et produisit 7° ½ d'acide carbonique; cela est vraiment singulier, quand on considère la différence de température.

§ XL.

Je tins des feuilles de lavande dans un flacon fermé

avec un bouchon usé à l'émeri, contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz oxygène pendant 7 jours sur mon fourneau : j'ouvris de temps en temps le flacon sous l'eau qui y entra, de manière qu'à la fin quelque feuilles y plongèrent.

J'examinai l'air restant, je trouvai que 70° du volume introduit ou les $\frac{70}{100}$ avoient disparu et que les 30 parties restantes renfermoient 1° d'acide carbonique; celui qui auroit dû y être, avoit été absorbé par l'eau; et après la combustion du phosphore je trouvai 28°, c'est-à-dire, qu'il y avoit encore 1° de gaz oxygène, et dans ce reste des 28°, je plongeai enfin une bougie allumée; il se fit alors un petit bruit, la flamme s'élargit; ce qui me fit conclure qu'il y avoit du gaz hydrogène; par conséquent tout le gaz oxygène avoit été absorbé à une centième près, et il y avoit 28° de gaz hydrogène et azote qui y furent produits.

§ XLI.

Je pris des tiges de lavande; je les mis dans un flacon à col étroit, plein d'air commun; de manière que l'extrémité des tiges dépouillée de feuilles plongeât dans un vase plein d'eau, où le col du flacon étoit renversé; dans le même temps je mis dans un autre flacon de la même capacité et plein d'air commun des tiges de lavande; mais les tiges dépouillées de leurs feuilles à leurs bases plongeoient au travers du col du flacon dans un vase plein d'eau chargée d'acide carbonique, je les exposai ainsi au soleil pendant tout un jour du mois de Mars.

Je fis l'essai de l'air, et je trouvai que l'air du

flacon, où avoit été la lavande plongeant par le bas de ses tiges dans *l'eau commune* étoit resté sans aucune altération; tandis que l'air du flacon où avoit été la lavande plongeant par le bout de ses tiges dans *l'eau chargée d'acide carbonique* étoit le double meilleur, ou contenoit 40° de gaz oxygène.

§ XLII.

Je retirai le bouquet de tiges de lavande dont les bouts avoient plongés dans l'eau acidulée par l'acide carbonique, et je les introduisis dans un tube, où il y avoit 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; les bouts de ces tiges plongeoient toujours dans l'eau, elles y passèrent la nuit, et furent pendant le jour suivant exposées à la chaleur du soleil sans recevoir sa lumière.

Je trouvai le lendemain matin que le gaz oxygène avoit été entièrement absorbé, et qu'il y avoit eu 3° $\frac{1}{2}$ d'azote produit; l'acide carbonique avoit été absorbé par l'eau qui fermoit le tube.

§ XLIII.

J'avois encore exposé à la chaleur solaire deux flacons pleins d'air commun, où j'avois introduit dans chacun un bouquet de tiges de lavande dont les bases plongeoient dans l'eau, sur laquelle s'enfonçoient les cols des flacons; ces flacons, couverts d'un étui de carton, restèrent exposés ainsi au soleil pendant toute la journée.

J'en essayai l'air, et je trouvai que la lavande avoit absorbé tout le gaz oxygène du premier flacon, et qu'il y avoit eu 3° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique absorbé, sans celui que l'eau avoit absorbé de même.

Dans le second flacon il n'y avoit plus de gaz oxygène, et j'y trouvai 6° d'acide carbonique, sans celui que l'eau avoit absorbé pareillement.

§ XLIV.

Je tins encore quelques tiges de lavande dans un flacon plein d'air et bien fermé, contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun pendant 9 heures; c'étoit au commencement de Mars; en faisant l'analise de l'air, je trouvai 15° de gaz oxygène détruit et 22° d'acide carbonique produit.

Ce qui m'a fait penser que l'acide carbonique produit ne vient pas immédiatement de la plante; mais qu'il est plus raisonnable de croire, que la plante avoit chassé hors d'elle du carbone, qui s'est combiné avec le gaz oxygène de l'atmosphère pour produire l'acide carbonique.

Je répétai la même expérience dans ma chambre pendant le même temps, à la température de 8 à 9 degrès. Je trouvai que dans 70 parties d'air, il y en avoit encore 14 de gaz oxygène, et qu'il y en eut 7° détruits par la plante. Ces 7 parties formèrent donc en partie les 4° d'acide carbonique trouvés dans l'air du récipient, et ceux qui furent absorbés par l'humidité de cet air; par conséquent l'acide carbonique trouvé ne seroit pas entièrement sorti de la plante; mais il auroit été produit par la combinaison du carbone avec le gaz oxygène de l'air, car si l'acide carbonique étoit sorti de la plante, l'air trouvé auroit été accru en volume, bien loin d'être aussi diminué.

§ XLV.

Je fis encore la même expérience le lendemain:

mais je remplis les flacons avec le gaz hydrogène, au lieu de les remplir avec l'air commun. Un des flacons ne fut tenu en expérience que pendant 9 heures, comme les précédens; j'en laissai un autre jusques au lendemain.

La lavande parut en bon état dans les deux expériences lorsque je la retirai ; après l'essai du gaz hydrogène laissé en expérience avec cette plante pendant 9 heures, je trouvai la même quantité de gaz hydrogène sans acide carbonique, quoiqu'à la même température j'eusse trouvé dans l'air commun 4° d'acide carbonique.

Le lendemain je fis l'essai du gaz hydrogène du second flacon, et j'y trouvai 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Il paroît donc ici qu'avec la lavande, la production de l'acide carbonique se fait par la combinaison du carbone de la plante avec le gaz oxygène de la plante; mais le gaz hydrogène me parut diminué de 6° $\frac{1}{2}$. Seroit-il possible que la plante l'eût absorbé?

§ XLVI.

En faisant ces expériences avec le gaz hydrogène, je me rappelai d'avoir lu dans les *Annales de Chimie, T. XXI, p. 336*, que M.r Humbold avoit dit que les plantes donnoient spontanément le gaz oxygène, lorsqu'elles étoient dans le gaz hydrogène et sans avoir besoin de l'action de la lumière. Je voulus en faire l'épreuve.

Je renfermai par l'eau dans un tube 59,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes de gaz hydrogène; j'y introduisis une tige de lavande, dont le pied plongeoit dans l'eau, je tins l'appareil à l'ombre dans ma

chambre

chambre pendant trois jours: au bout de ce temps, je fis l'essai du gaz; je trouvai sa quantité augmentée de 10°; je le lavai dans l'eau de chaux; j'y observai 8° ½ d'acide carbonique; ensuite j'y fis passer le phosphore que j'y vis bouillir après l'avoir échauffé; il y donna quelque fumée, comme on le voit fumer toujours dans le gaz hydrogène; mais je n'y trouvai point de gaz oxygène.

§ XLVII.

Je renfermai pendant 22 heures les feuilles d'un petit *rosier* dans 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun contenus dans un flacon bien fermé à la température de 14° ½, elles furent sans contact avec l'eau; de sorte que je pus bien connoître la quantité de l'acide carbonique produit.

Au bout de ces 22 heures les feuilles ne me parurent pas avoir beaucoup souffert; elles avoient conservé leur odeur naturelle; je fis alors l'essai de l'air, et je trouvai que ces feuilles du rosier avoient absorbé 17° ½ de gaz oxygène, et qu'elles avoient produit 10° d'acide carbonique et 7° ½ d'azote.

§ XLVIII.

Je tins à l'ombre dans un flacon bien fermé contenant 49,64 centimètres cubes, ou 2 pouces ½ cubes d'air commun, deux feuilles d'une *crassula cotyledon*; elle y resta pendant 10 heures.

Elle détruisit la moitié du gaz oxygène, et produisit 5° d'acide carbonique

J'avois vu que ces feuilles de cette *crassula* restées pendant 24 heures à l'obscurité dans 277,43 centimètres cubes, ou 14 pouces cubes d'air com-

mun avoient laissé cet air sans altération et que les deux feuilles de cette même *crassula* à l'obscurité pendant 48 heures dans 128,80 centimètres cubes, ou 6 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun avoient produit 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et avoient absorbé 4° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène; alors je laissai le premier appareil, où se trouvoient les deux feuilles de *crassula* pendant 13 jours à l'obscurité; ces deux feuilles me parurent saines, mais je vis qu'elles avoient absorbé 16° de gaz oxygène et produit 4° d'acide carbonique.

§ XLIX.

Tout ce que j'avois vu me rendoit plus nécessaire d'établir exactement les quantités d'acide carbonique produit par les plantes renfermées dans l'air commun comme dans les gaz hydrogène et azote.

Je pris donc trois tubes, je mis dans chacun des portions égales de *l'aloe disticha verrucosa*, je renfermai avec elles dans un des tubes 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce et $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, dans un autre la même quantité de gaz azote, et dans un troisième la même quantité de gaz hydrogène; j'exposai ces trois tubes ainsi disposés et fermés par l'eau au soleil pendant une matinée; en voici les résultats:

Dans *l'air commun*, il y eut 10° de gaz oxygène absorbé et 6° d'acide carbonique produit.

Dans le *gaz hydrogène*, cette portion de plante avoit produit 4° de gaz oxygène et 4° d'acide carbonique, le reste étoit un mélange des gaz hydrogène et azote qui ne put s'enflammer à cause de ce mélange.

Dans le *gaz azote*, il y eut 6° de gaz oxygène

produit avec 6° de gaz acide carbonique ; mais il y eut encore 6° d'azote absorbé.

§ L.

Toutes les feuilles donnent-elles également l'acide carbonique dans le gaz azote ? Cette question méritoit bien d'avoir une solution aussi étendue qu'il seroit possible de la donner.

J'exposai pour cela pendant 2 heures $\frac{1}{2}$ à un soleil ardent dans des tubes différens contenant tous 49,64 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes de gaz azote, des feuilles de vigne, de choux, de framboisier et de romarin.

Je trouvai que les feuilles de *vigne* avoient souffert et rougi, elles ne donnèrent point d'acide carbonique.

Les feuilles de *choux* produisirent 3° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Les feuilles de *framboisier* n'en produisirent point.

Les feuilles de *romarin* donnèrent 6° d'acide carbonique.

Mais il faut observer, que l'eau employée pour fermer les tubes avoit été privée de son acide carbonique par l'eau de chaux ; de sorte qu'il est aisé de comprendre, que les feuilles qui donnèrent peu d'acide carbonique ne purent le rendre sensible dans le gaz azote, parce que l'eau l'absorba à mesure que les feuilles le produisirent ; aussi les feuilles qui en fournirent ne laissèrent paroître qu'une partie de celui qu'elles avoient produit.

§ LI.

Il étoit important de rechercher quelle est la quantité de gaz oxygène, que les feuilles peuvent donner dans l'air au soleil.

J'exposai donc au soleil pendant 3 heures de la même manière séparément dans des tubes fermés par l'eau commune et contenant la même quantité d'air commun, que dans l'expérience précédente des feuilles de framboisier, d'amarante et de violette.

Les feuilles de *framboisier* laissèrent le gaz oxygène intact et produisirent 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique; il n'y eut donc point de gaz oxygène produit pendant ces 3 heures.

Les feuilles d'*amarante* absorbèrent 2° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisirent 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique; il n'y eut donc point de gaz oxygène produit.

Les feuilles de la *violette jaune* absorbèrent 3° de gaz oxygène et produisirent 2° d'acide carbonique, il n'y eut donc point encore de gaz oxygène produit.

§ LII.

Je tins pendant 40 heures six feuilles de violettes jaunes dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de gaz azote fermés par l'eau dans un tube; je disposai de même 6 feuilles de la même plante dans 3 pouces cubes de gaz hydrogène, ces deux appareils furent toujours dans une pleine obscurité.

Au bout de ce temps, je trouvai les feuilles vertes, et en essayant ces deux gaz; je vis que ces feuilles avoient produit 3° d'acide carbonique dans le gaz hydrogène et 2° du même acide dans le gaz azote.

§ LIII.

Je tins au soleil pendant 3 heures dans 49,54 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun 2 feuilles de fèves, j'en mis autant dans 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes de gaz azote; j'employai toujours les tubes

dont je me suis servi, et je les emploierai toujours lorsque je n'avertirai pas du changement; la clôture de ces tubes sera toujours de même faite par l'eau commune, quand je n'en indiquerai pas une autre.

Les feuilles de fève dans *l'air commun* et dans le *gaz azote* ne produisirent point d'acide carbonique.

§ LIV.

J'exposai au soleil une feuille du *cactus cochinilifer* dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun pendant 3 heures.

Cette feuille y produisit 1° de gaz oxygène et 1° d'acide carbonique.

§ LV.

Ce ne sont pas seulement les plantes, et leurs parties entières qui absorbent le gaz oxygène, leurs fragmens ont encore la même propriété.

Il m'étoit resté des fragmens de plantes, que je n'avois pas eu le temps d'employer pour mes expériences; ce n'étoit pas des feuilles, mais des tiges, des rameaux négligés; j'ai voulu voir encore ce qui leur arriveroit en les exposant au soleil dans un air clos.

J'exposai pendant trois jours le tiers d'une tige de *cotyledon* dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun; cette tige fut exposée ainsi pendant un jour au soleil, et pendant les deux autres à l'ombre; j'en essayai l'air, il y eut 17° ½ de gaz oxygène absorbé et 7° ½ d'acide carbonique produit.

Je répétai cette expérience de la même manière sur une tige du *sedum arboreum*; il y eut 15° de gaz oxygène absorbé et 4° d'acide carbonique produit.

Je mis de même en expérience une tige de *stachys*,

elle absorba 14° de gaz oxygène et produisit 5° d'acide carbonique.

Ces expériences méritent de l'attention, puisqu'elles montrent, que ce ne sont pas les feuilles seules, mais aussi les tendres rameaux et les tiges des plantes qui absorbent le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique.

§ LVI.

Je refis quelques-unes de ces expériences à une température plus haute, c'étoit au mois de juin, la température étoit de 17° ½ à l'ombre; je mis donc dans 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce ½ cube d'air commun sous un petit récipient et j'y laissai pendant 12 heures 5 feuilles du *sempervivum*. Pendant le même temps et de la même manière je mis 6 feuilles du *sempervivum* dans 59,64 centimètres, ou 2 pouces cubes de gaz hydrogène; j'en mis encore 6 autres dans la même quantité de gaz azote. J'en examinai l'air et les gaz après le même temps.

Dans *l'air commun* il y eut 6° de gaz oxygène absorbé et 6° d'acide carbonique produit.

Dans le *gaz hydrogène* il y eut 2° ½ d'acide carbonique produit, et le gaz hydrogène fut intact.

Dans le *gaz azote* il y eut 3° d'azote absorbé et 4° ½ d'acide carbonique produit.

On remarque dans ces trois expériences la quantité de gaz oxygène absorbé dans l'air commun et la production d'acide carbonique qui a été plus grande que dans les deux autres gaz; ensuite qu'il y a eu de l'acide carbonique produit dans les deux gaz hydrogène et azote; mais qu'il y a eu une partie de l'azote absorbée.

Puis donc que l'acide carbonique a été produit dans les gaz hydrogène et azote, il faut bien que cet acide se forme dans cette plante, et comme elles paroissent s'y être bien conservées, on ne sauroit l'attribuer à un défaut particulier; de sorte que comme je m'étois assuré que ces deux gaz ne contenoient point d'acide carbonique, il faut en conclure qu'il a bien été produit par la plante.

§ LVII.

Je n'avois pas mis dans les expériences précédentes une quantité d'air commun égale à celle des deux autres gaz, ni le même nombre de feuilles, en sorte que cette plante auroit pu absorber encore plus de gaz oxygène et fournir d'autres résultats; aussi je me résolus à refaire cette expérience, et à employer ainsi 6 feuilles du *semper vivum* avec 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun et 2 pouces cubes des autres gaz, enfin à laisser durer encore l'expérience pendant 12 heures, en conservant la même température que j'avois eue dans la précédente expérience. En voici les résultats.

Dans *l'air commun*, il y eut 9° de gaz oxygène absorbé et 6° d'acide carbonique produit.

Dans le *gaz hydrogène*, il y eut 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique produit, c'est-à-dire 3° $\frac{1}{2}$ de moins que dans l'air commun.

Dans le *gaz azote*, il y eut 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique produit, c'est-à-dire 1° $\frac{1}{2}$ de moins que dans l'air commun.

Lorsque cette plante est à l'ombre, elle produit plus d'acide carbonique dans l'air commun que dans les deux autres gaz; il faut donc conclure de cette

expérience et de quelques autres semblables, que les plantes dans l'air commun à l'ombre produisent plus d'acide carbonique que dans les autres gaz, et ce doit être l'acide carbonique tiré par les racines, mais on ne sauroit douter que cet acide carbonique, ou plutôt une partie, n'ait été produit aux dépens du gaz oxygène de l'atmosphère, puisqu'il y en a une quantité plus grande dans l'air commun que dans les deux autres gaz.

Dira-t-on, que ces plantes qui exhalent le gaz acide carbonique exhalent aussi du carbone qui s'unit avec le gaz oxygène pour former cet acide? Ce sujet demande de nouvelles expériences semblables à celles-ci, mais faites au soleil; ce sera le seul moyen de résoudre cette question capitale.

Je fais encore une observation sur cette dernière expérience : il y a eu 9° de gaz oxygène absorbé et 6° d'acide carbonique produit; mais ces 6° d'acide carbonique produit, ont-ils été produits aux dépens seuls du gaz oxygène absorbé, cela ne paroît pas, puisque la plante doit en avoir fait naître qui lui est propre, comme on l'a vu dans les gaz hydrogène et azote. Supposons pourtant que la plante ait chassé hors d'elle 2° d'acide carbonique, alors il y auroit eu 4° de cet acide formé par le gaz oxygène; cependant, il y a eu 9° de gaz oxygène détruits. Comment se feroit-il que 9° de gaz oxygène n'eussent produit que 4° d'acide carbonique, puisqu'on sait que l'acide carbonique est composé de 72 parties de gaz oxygène et de 28 de carbone, il faut donc qu'une partie du gaz oxygène ait été absorbée par la plante.

§ LVIII.

Enfin je tins pendant 40 heures à une pleine obscurité 6 feuilles de la violette-jaune dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de gaz hydrogène; l'eau qui fermoit les vases avoit été privée de son acide carbonique par l'eau de chaux.

En essayant ce gaz hydrogène, je trouvai qu'il y avoit 5° d'acide carbonique qui ne pouvoient provenir que de la plante.

§ LIX.

Dans un jour où le soleil fut quelquefois voilé par les nuages, mais où il y eut quelques demi-heures pendant lesquelles il fut brillant; je pris deux espèces d'aloë et quatre flacons fermant très-bien; je mis une espèce de chacun dans un flacon plein d'air; j'en exposai deux à la vive lumière du soleil, et les deux autres couverts d'un carton à la même place où ils reçurent la chaleur de cet astre sans sa lumière.

A la fin de la journée je fis l'essai de l'air de ces flacons, et je trouvai que dans le premier flacon, l'air exposé *à la lumière* n'avoit point été mêlé avec l'acide carbonique et qu'il étoit resté intact.

L'air du flacon correspondant à celui-ci qui avoit éprouvé la chaleur solaire *sans être exposé à la lumière* contenoit 3° $\frac{1}{2}$. d'acide carbonique et l'air commun étoit resté intact.

Dans le second flacon, où étoit la seconde espèce d'aloë exposé *au soleil*, l'air commun étoit resté intact.

L'air commun du second flacon où étoit la seconde

espèce d'aloë correspondant au précédent exposé à la chaleur du soleil *sans recevoir sa lumière* contenoit 8° d'acide carbonique et l'air commun étoit d'ailleurs resté intact.

Il est donc prouvé que l'air commun dans les deux flacons exposés immédiatement au soleil est resté ce qu'il étoit, et qu'il n'y a point eu d'acide carbonique produit, tandis que dans les deux autres, il n'y a point eu de gaz oxygène de l'air commun absorbé, mais qu'il y a eu de l'acide carbonique produit; il paroît par conséquent que ces deux dernières plantes ont produit l'acide carbonique sans attaquer le gaz oxygène de l'air.

Frappé de cette observation, j'examinai de nouveau mes eudiomètres que j'avois laissé dans le même état, et je trouvai que la combustion qui s'étoit prolongée indiquoit que dans ces deux derniers qui n'avoient pas reçu la lumière du soleil, il y avoit eu 2° de plus de gaz oxygène absorbé; mais cet effet pouvoit aussi être attribué à la température qui avoit baissé.

§ LX.

J'ai tenu à l'ombre et à la température de 7 à 9° dans ma chambre des lames minces d'*aloe humilis* elles étoient renfermées dans des flacons bien fermés; l'un d'eux étoit rempli d'air commun et l'autre de gaz hydrogène, je les tins ainsi pendant 56 heures.

Au bout de ce temps-là, j'examinai l'air et le gaz, et je trouvai que les lames minces *d'aloë* avoient détruit dans *l'air commun* 18° de gaz oxygène et produit 15° d'acide carbonique avec 5° d'azote.

Dans le *gaz hydrogène*, il y eut 10° d'acide carbonique produit, ou 5° de moins que dans l'air commun.

Il paroît donc que l'air commun concourt à faire produire de l'acide carbonique aux plantes. Les lames *d'aloë* me semblèrent bien conservées.

§ LXI.

J'ai tenu pendant 7 jours à la température de 6 à 8° dans des flacons bien fermés et remplis d'air commun des morceaux de *l'aloë humilis* pour savoir ce qui arriveroit à cet air ainsi renfermé.

Ces morceaux *d'aloë* détruisirent tout le gaz oxygène et produisirent 20° d'acide carbonique, c'est-à-dire, autant qu'ils avoient détruit de gaz oxygène: l'air sortit avec violence du flacon quand je le débouchai.

On devroit donc dire ici, comme je l'ai déjà remarqué en parlant de la lavande, § XLIII. XLIV. XLV. que cet acide carbonique a été le produit de la combinaison du gaz oxygène de l'air avec le carbone de la plante; mais encore, si, l'acide carbonique est composé de 72 parties d'oxygène et de 28 de carbone; il est clair que ces 20° de gaz oxygène devoient produire plus de 20° d'acide carbonique; il faut par conséquent qu'il y ait eu une partie d'acide carbonique produit par la plante.

Il peut néanmoins y avoir une erreur dans l'expérience, parce que le passage de l'air au travers de l'eau de chaux ne lui enlève pas tout l'acide carbonique; quoique j'aie vu qu'après avoir fait passer trois fois cet air au travers de l'eau de chaux, il n'en ait paru

privé ; d'ailleurs au bout de 7 jours l'eau gâtée aura pu gâter l'air ; de sorte que les conclusions que je tirerai ne sauroient être rigoureusement fondées.

§ LXII.

Ingenhouz dans ses *Expériences sur les végétaux T. II. p. 146*, dit que les plantes ont le pouvoir de changer pendant la nuit les gaz azote et hydrogène entièrement en acide carbonique. Ce sujet étoit trop important pour ne pas mériter toute mon attention, je voulus donc l'étudier par des expériences.

Je mis pendant 24 heures dans un tube rempli avec 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'azote et dans un autre tube semblable rempli avec la même quantité de gaz hydrogène des feuilles de *l'agave americana*. Je tins ces deux tubes dans une parfaite obscurité et j'eus soin de changer deux fois l'eau qui leur servoit de clôture pour prévenir son altération.

J'essayai d'abord le *gaz hydrogène*, j'y trouvai 5° de plus de gaz que je n'y en avois mis ; ensuite je fis passer ce gaz au travers de l'eau de chaux, et je retrouvai tout le gaz hydrogène, que j'avois mis dans le tube avec la plante ; j'allumai ensuite ce gaz avec une bougie, il s'enflamma comme le gaz hydrogène. *L'agave* me parut s'être conservée en bon état.

Il paroît donc que *l'agave* avoit produit 5° d'acide carbonique ; mais cet acide n'étoit pas produit par le changement du gaz hydrogène métamorphosé en acide carbonique ; puisqu'après le lavage dans l'eau de chaux, il m'auroit dû manquer 5° du

gaz hydrogène, que j'avois introduit dans le tube en préparant l'expérience, ou du moins une quantité quelconque; ce qui n'est pourtant pas arrivé, puisque j'ai eu 5° de plus que le gaz hydrogène mis en expérience dans le tube; cependant Ingenhouz dit que la quantité du gaz hydrogène alloit toujours en diminuant.

J'examinai ensuite le *gaz azote;* mais j'avois prolongé pour lui la durée de l'expériences qui s'étendit de même à l'obscurité pendant 42 heures; j'eus encore 5° $\frac{1}{2}$ de gaz en plus, que celui que j'avois introduit dans le tube; mais quand j'eus fait passer ce gaz dans l'eau de chaux, je retrouvai précisément le gaz azote que j'avois mis; par conséquent l'acide carbonique produit n'est pas une conversion du gaz azote en acide carbonique.

§ LXIII.

Je poussai plus loin l'expérience; je tins pendant quatre jours des feuilles coupées à *l'agave americana* dans ces flacons fermés exactement et placés dans l'obscurité la plus profonde, pour voir si les feuilles que j'avois renfermées avec ces gaz, les changeroient en acide carbonique suivant la pensée d'Ingenhouz.

J'ouvris au bout de quatre jours sous l'eau le flacon du *gaz hydrogène :* il en sortit quelques bulles que je recueillis, avec le gaz qui remplissoit le tube, j'y trouvai d'abord 15° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique; après ce premier lavage, je fis repasser ce gaz dans une autre eau de chaux, et je fis rentrer le reste dans le flacon, d'où je l'avois tiré; il resta un dixième

du flacon plein d'eau, il manquoit donc un dixième du gaz hydrogène. Dira-t-on, que ce dixième de gaz hydrogène qui manquoit s'est converti en acide carbonique? je ne le crois pas, car il faudroit dire aussi, que ce dixième de gaz hydrogène a produit une quantité d'acide carbonique plus grande que lui; puisque le flacon étoit plus que plein du gaz aériforme, quand je l'ai ouvert. Il me semble plus naturel de penser, que ce gaz hydrogène a été absorbé par la plante. En examinant ce gaz hydrogène par la bougie je le trouvai affoibli, au moins lorsque j'ai comparé son inflammation avec celle du gaz hydrogène que j'avois mis dans le flacon.

Cette expérience m'a engagé à renvoyer l'ouverture du flacon, où le gaz azote étoit renfermé avec les feuilles de *l'agave americana*, en le laissant toujours dans la même obscurité.

§ LXIV.

Je laissai donc passer encore trois jours avant de faire l'examen de ce gaz azote. Alors je débouchai le flacon sous l'eau, il en sortit une petite quantité de gaz que je receuillis: je trouvai 22° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique; je fis repasser ce gaz au travers d'une nouvelle eau de chaux; ensuite je le transvasai dans le flacon où il avoit été mis avec les feuilles de *l'agave americana* qui y étoient encore, et je trouvai qu'il y manquoit un quart du volume du gaz du flacon. Il me semble qu'il seroit assez difficile de croire que ce gaz azote a été changé en acide carbonique; il est bien plus probable, que ce gaz a été absorbé par la plante, et que l'acide carbonique en est sorti.

§ LXV.

Il résulte de ces expériences, 1.° que les plantes mises dans l'air commun, dans les gaz hydrogène et azote absorbent le gaz oxygène dans l'air commun, et donnent dans tous les trois l'acide carbonique; il y a même des cas, où il y a de l'azote produit.

2.° Que la durée de l'expérience et l'action de la chaleur augmentent la quantité de l'acide carbonique produit et l'absorption du gaz oxygène.

3.° Que l'influence de la lumière solaire immédiate est plus grande que celle de la lumière du jour pour faire produire le gaz oxygène, et qu'il n'y en a point dans l'obscurité.

4.° Les plantes qui séjournent long-temps dans les vases clos à l'obscurité donnent quelquefois le gaz hydrogène.

5.° L'acide carbonique est formé souvent par le contact du gaz oxygène de l'air commun avec le carbone; de sorte qu'il ne sort pas toujours tout formé hors de la plante.

6.° Plusieurs plantes ne donnent au soleil dans l'air clos que l'acide carbonique; quelques-unes altèrent le gaz oxygène de l'air; d'autres ne l'altèrent point.

7.° Les plantes à l'obscurité donnent dans l'air l'acide carbonique et l'azote comme dans les gaz hydrogène et azote; mais elles en fournissent moins dans le dernier.

8.° Les fragmens des plantes absorbent comme elles le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique.

9.° Les plantes ne changent pas à l'obscurité les gaz azote et hydrogène en acide carbonique, suivant l'opinion d'Ingenhouz.

CHAPITRE II.

Les plantes mises dans l'air et dans l'eau, à la lumière et à l'obscurité.

§ LXVI.

Après avoir vu l'effet que les plantes renfermées dans l'air y produisent, il étoit naturel de chercher celui qu'elles font observer, quand on les place sous l'eau à la lumière et à l'obscurité, comme l'ont déjà montré ceux qui se sont occupés de ce sujet; mais on peut rendre encore cette recherche intéressante en y mettant une exactitude et une précision, que l'état où étoit la science, lorsqu'on travailla sur ces matières, ne permettoit pas alors d'y mettre.

§ LXVII.

Je commençai ces expériences sous ce point de vue avec la *lavendula spica*. Je mis donc, c'étoit au mois de décembre, quelques rameaux de cette lavande dans des tubes pleins d'eau, renversés dans un vase plein d'eau sur leur ouverture : il n'y avoit dans chaque tube qu'un nombre de rameaux tels qu'ils ne pouvoient pas être serrés dans leurs tubes; j'en disposai quatre de cette manière, ils restèrent 6 heures exposés au soleil; mais pendant ce temps le soleil fut quelquefois caché.

Je trouvai un peu d'air dans le haut des tubes, et cet air me parut tout-à-fait semblable à l'air commun par la quantité de gaz oxygène et d'azote que l'expérience faite avec le phosphore me fit remarquer.

Pendant que ces quatre tubes étoient placés au soleil, j'en avois mis un autre à côté d'eux, celui-ci contenoit 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air, dans lesquels j'avois introduit la septième partie de la lavande qui étoit dans les autres, et dont l'extrémité des rameaux plongeoit dans l'eau qui renfermoit l'air dans le tube.

J'examinai aussi cet air, et je trouvai que cette petite quantité de lavande avoit absorbé 2° de gaz oxygène et produit 3° d'azote; je ne parle pas de l'acide carbonique que l'eau devoit avoir absorbé en grande partie.

J'avois mis encore un autre tube disposé comme le précédent à la température de 5° $\frac{1}{2}$; et je vis que cette plante à cette température n'avoit point altéré l'air où elle étoit; mais comme j'avois observé qu'elle absorboit beaucoup de gaz oxygène, quand elle étoit sur mon fourneau, je pensai que la conservation de la pureté de l'air dans ce cas étoit produite par la température où elle avoit été.

§ LXVIII.

Je répétai cette expérience à la fin de février d'une autre manière; au lieu de me servir des tubes dont j'ai parlé, j'employai des flacons bien fermés contenant des volumes égaux d'eau, d'air, et de gaz hydrogène; j'introduisis dans chacun la même quan-

tité de lavande, et je laissai ces flacons exposés au soleil pendant une journée entière; les uns reçurent les rayons immédiats du soleil et les autres furent couverts d'un étui de carton.

La lavande dans le flacon plein *d'air commun exposé aux rayons immédiats du soleil* laissa l'air intact à toute rigueur; il n'y eut point d'acide carbonique produit.

La lavande dans le flacon plein *d'air commun exposé sous un étui de carton au soleil* produisit 8° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique : mais après avoir fait cette épreuve, il me vint dans l'esprit de purger cet air de tout l'acide carbonique qu'il pouvoit contenir; je le lavai soigneusement dans l'eau de chaux; je remis cet air dans le flacon, et je retrouvai tout l'air que j'y avois d'abord introduit : cette expérience est bien importante, elle prouve manifestement, que l'altération de l'air par la plante à l'obscurité et à la chaleur est vraiment causée par l'acide carbonique sorti de la plante dans son état gazeux.

La lavande dans deux flacons *pleins d'eau au soleil* donna de l'air un peu meilleur que l'air commun.

Enfin la lavande mise dans le gaz *hydrogène au soleil où elle recevoit les rayons immédiats* de cet astre ne donna point d'acide carbonique, et je trouvai tout le gaz hydrogène que j'avois introduit dans le flacon; mais la lavande mise dans le flacon plein de gaz hydrogène et exposé au soleil *sous un étui de carton* donna 4° d'acide carbonique.

§ LXIX.

Je tins au mois de décembre depuis huit heures du matin jusqu'à 3 heures $\frac{1}{2}$ à un très-beau soleil le *thymus vulgaris*, ou plutôt quelques rameaux de thym dans quatre tubes pleins d'eau et renversés sur leur ouverture dans un vase plein de ce fluide. Je disposai de même deux tubes contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun avec quelques rameaux de ce thym dont la base des rameaux plongeoit dans l'eau; j'en mis deux autres disposés comme ces derniers sur mon fourneau. Enfin j'exposai à l'ombre et à l'air libre un tube semblable aux précédens et semblablement arrangé : la température au soleil à une heure après midi étoit de 15° et à l'ombre de 9°; sur mon fourneau elle fut de 8 à 20°.

Je recueillis l'air fourni sous l'eau par le thym dans les *quatre tubes pleins d'eau exposés au soleil*; je trouvai d'abord qu'il en avoit donné moins que la *lavendula spica*, quoique le soleil eût été très-brillant, il ne contenoit que $\frac{7}{100}$ de plus de gaz oxygène que l'air commun.

Le thym dans le *tube renfermant l'air commun exposé au soleil* n'avoit absolument point altéré cet air.

Le thym dans les *tubes renfermant l'air commun sur mon fourneau* absorba 10° de gaz oxygène et produisit 5° d'acide carbonique; il y en eut davantage sans doute, mais il fut absorbé par l'eau qui fermoit le tube.

Le thym resté à l'ombre du soleil mais *à la*

lumière du jour absorba 4° de gaz oxygène et produisit 2° d'acide carbonique.

Ces expériences présentent une espèce de contradiction. Le thym resté au soleil dans l'air commun laissé l'air commun intact, quoique la chaleur y fût de 15°; tandis que le thym à la lumière du jour, mais sans l'action immédiate de la lumière du soleil absorba 4° de gaz oxygène, quoique la chaleur qu'il y éprouva fût de 9°; il paroît donc que si la température influe sur l'absorption du gaz oxygène dans ce second cas, il ne devroit pas y avoir une absorption moindre de ce gaz, lorsque la chaleur est plus forte, comme dans le premier cas, où le thym fut exposé en plein soleil dans la même quantité d'air. Il faut donc dire que la lumière solaire a produit cet effet.

Je répétai cette expérience sur le thym exposé sous un tube au soleil dans la même quantité d'air commun, que ceux des précédentes expériences, et je trouvai encore que l'air n'y avoit subi aucune altération.

§ LXX.

Au mois de janvier je tins pendant trois jours *l'endivia* la chicorée sous l'eau à un très-beau soleil; je remarquai que le troisième jour, elle ne donnoit plus d'air; il n'en sortit point pendant la nuit.

Je tins de même une quantité égale de cette plante dans 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air renfermé par l'eau sous un tube; je plaçai un de ces tubes au soleil.

La chicorée *sous l'eau au soleil* avoit donné les

$\frac{36}{100}$ de 19,81 centimètres cubes, ou d'un pouce cube d'air qui étoit inférieur en pureté à l'air commun.

La chicorée qui avoit été *au soleil* avoit absorbé 15° de gaz oxygène et produit 5° d'acide carbonique.

Je divisai en quatre parties une grande feuille de *pommier*; je mis ces fragmens sous un tube plein d'eau, et renversé dans un vase plein d'eau; j'en disposai une autre divisée de la même manière dans un tube contenant 3 pouces cubes d'air commun; je les exposai au soleil pendant 7 heures, et je fis l'examen de l'air produit comme celui de l'influence de la feuille sur l'air.

Cette feuille produisit *sous l'eau* 7° de gaz oxygène mêlé avec 5° d'acide carbonique.

Cette feuille dans *les trois pouces cubes d'air commun* n'en augmenta pas le volume; elle y détruisit 1° de gaz oxygène, qui fut remplacé par 1° d'acide carbonique.

§. LXXI.

Je mis trois petites feuilles de *poirier* sous un tube plein d'eau et renversé dans l'eau sur son ouverture. Je disposai trois petites feuilles semblables aux précédentes sous un tube contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, fermé par l'eau, comme dans tous les autres cas semblables: j'exposai alors ces deux tubes au soleil pendant 7 heures.

Ces feuilles *sous l'eau* produisirent 5° de gaz oxygène mêlés avec 4° d'acide carbonique.

Ces feuilles ne produisirent rien *dans l'air*, elles absorbèrent seulement 1° de gaz oxygène.

§ LXXII.

Une feuille de *pommier* restée *à l'ombre* pendant 24 heures dans 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce ½ cube d'air commun absorba tout le gaz oxygène et produisit 3° d'acide carbonique; elle en avoit sans doute produit d'avantage qui fut dissous par l'eau.

Une feuille de *poirier* restée à l'ombre dans les mêmes circonstances absorba 15° de gaz oxygène et produisit 5° d'acide carbonique.

Cette expérience pourroit indiquer, que les feuilles à l'ombre gâteroient l'air, si la clôture n'influoit pas sur leur état de santé par l'humidité où elles se trouvent, et par le défaut de nourriture qui les fait souffrir.

§ LXXIII.

Il étoit utile de multiplier les expériences faites ainsi en même temps dans l'eau et dans l'air; c'est pour cela que je n'ai pas craint de les varier à divers égards; elles me sembloient devoir être fort instructives.

Celles-ci durèrent pendant 6 heures, elles furent faites sous des tubes pleins d'eau et renversés sur leur ouverture dans un vase plein d'eau; celles qui furent exécutées dans l'air, le furent dans des tubes contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun: je ne décrirai plus ces préparations d'expériences; je dirai seulement que celles de ce paragraphe durèrent 6 heures au soleil; et que les quantités des plantes employées furent égales dans les deux cas, comme les quantités de l'eau et celles de l'air.

Les feuilles du *persil* produisirent *sous l'eau* 4° de gaz oxygène, celles qui furent mises *dans l'air* absorbèrent 2° de gaz oxygène et produisirent 2° d'acide carbonique.

Les feuilles *de chêne* produisirent *sous l'eau* 5° de gaz oxygène; celles qui furent mises *dans l'air* absorbèrent ½ degré de gaz oxygène et produisirent 2° d'acide carbonique.

Les feuilles du *peuplier* produisirent *sous l'eau* 4° de gaz oxygène; celles qui furent mises *dans l'air* produisirent 2° ½ d'acide carbonique; l'air commun introduit dans le tube fut intact, après avoir été lavé dans l'eau de chaux.

§ LXXIV.

Je laissai subsister la même quantité d'air commun dans les tubes; mais je variai la durée du temps; dans cette suite d'expérience, elle fut de 8 heures d'exposition au soleil.

Un rameau *de cyprès sous l'eau* donna 4° de gaz oxygène et 3° d'acide carbonique.

Deux feuilles *d'ormeau* pendant 3 heures ½ ne produisirent *sous l'eau* qu'une quantité d'air trop petite pour être essayée; celles qui furent *dans l'air* produisirent 2° d'acide carbonique et laissèrent intact l'air commun, qui avoit été introduit dans le tube.

§ LXXV.

Après avoir varié le temps de la clôture; je variai la quantité de l'air dans lequel j'exposai les plantes

J'exposai au soleil pendant 6 heures sous l'eau deux feuilles du *coignassier*, et j'en mis deux de même dans 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce ½ cube d'air commun.

Les deux feuilles du coignassier *sous l'eau* produisirent 3° ½ de gaz oxygène et *dans l'air*, 2° de gaz oxygène.

Les feuilles de *cèdre* disposées de même produisirent *sous l'eau* 1° ½ d'air dont il y eut 1° d'acide carbonique et ½ degré de gaz oxygène; *dans l'air* elle produisirent 3° ½ d'acide carbonique.

§ LXXVI.

Je tins pendant 4 heures au soleil les feuilles du *pinus silvester* dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes *d'air commun*; il y eut 3° d'acide carbonique produit, et un degré de gaz oxygène absorbé. *Sous l'eau* j'eus de l'air qui fut beaucoup meilleur que l'air commun; mais je n'en eus pas assez pour pouvoir en faire l'essai sans une addition d'air commun.

Je tins pendant 5 heures ½ un morceau de feuille de *courge*, *cucurbita pepo* dans la même quantité d'air commun; cette portion de feuille détruisit dans *l'air commun* 3° ½ de gaz oxygène, et produisit 3° d'acide carbonique. Une partie égale de cette feuille *sous l'eau* donna une petite quantité d'air qui me parut contenir plus d'un tiers de gaz oxygène.

Quatre feuilles *d'abricotier* mises dans la même quantité *d'air commun* pendant 2 heures absorbèrent 2° de gaz oxygène et produisirent 2° d'acide carbonique. Quatre feuilles d'abricotier égales aux précédentes fournirent pendant le même temps *sous l'eau* une très-petite quantité d'air mais il me parut excellent.

§ LXXVII.

Je tins pendant un jour au soleil des feuilles du *laurier impérial* dans des flacons *pleins d'eau* et bien fermés ; elles me donnèrent très-peu d'air, qui me parut inférieur de 7° à l'air commun par sa quantité de gaz oxygène. Je mis le même nombre de feuilles égales aux précédentes dans 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air commun, elles y absorbèrent 14° de gaz oxygène et produisirent 2° d'acide carbonique.

§ LXXVIII.

Après avoir fait toutes ces expériences sur toutes ces plantes, je voulus en faire encore sur une classe dont je ne m'étois pas encore occupé; c'étoit celle des plantes que l'on appelle *grasses*, ou qui se distinguent par l'épaisseur de leurs feuilles. Je les commençai par le *sempervivum tectorum*.

J'exposai des feuilles du *sempervivum sous l'eau* pendant 5 jours au mois de décembre; mais la quantité d'air produit fut si petite qu'il me fut impossible de l'essayer.

J'exposai de même pendant trois jours des feuilles du *sempervivum* dans 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube *d'air commun* au soleil pendant le même temps, elles absorbèrent tout le gaz oxygène, et produisirent 4° d'acide carbonique.

J'exposai la même quantité des feuilles de cette plante dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes *d'air commun sur mon fourneau* ; les feuilles reposoient sur une éponge humectée par l'eau de la clôture, elles absorbèrent tout le gaz oxygène

et les 8° qu'il y eut d'air produit étoit fort mauvais.

§ LXXIX.

L'aloë disticha m'a fourni le sujet de diverses expériences relatives à cet objet dont je m'occupe ici.

J'ai tenu pendant 5 heures au soleil 5 tubes pleins d'eau renversés dans l'eau sur leur ouverture avec des fragmens de feuilles de *l'aloë disticha*, j'en avois exposé dans le même temps au soleil sous des tubes contenant 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air commun, j'en avois mis de même sous des tubes contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun; enfin je mis un de ces derniers à l'obscurité : l'expérience fut faite au mois de décembre, le froid avoit gelé le terrain qui étoit couvert de gelée blanche.

Dans les cinq tubes pleins d'eau, je vis d'abord l'air jaillir hors des feuilles avec abondance ; j'en trouvai 44,55 centimètres cubes, ou 2 pouces et un quart cubes, il contenoit 80° de gaz oxygène, l'air commun n'en contient que 20°.

Les feuilles dans *l'air* donnèrent 3° $\frac{1}{2}$ d'air de plus que celui que j'avois introduit dans le tube, et c'étoit du gaz oxygène.

Pendant le même temps *sur mon fourneau* les feuilles touchèrent l'eau; de sorte que les résultats ne sont pas sûrs; je les passe sous silence.

§ LXXX.

Je voulus connoître plus particulièrement le résidu de ces 80° de gaz oxygène fourni par *l'aloë disticha*, c'est-à-dire les 20° restants de la combustion; je trouvai que c'étoit purement du gaz azote sans acide carbonique.

§ LXXXI.

Pendant que je préparai les feuilles de *l'aloë disticha* pour une autre expérience, je jetai les yeux sur le tube contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, où j'avois mis aussi, comme je l'ai dit § LXXIX des feuilles de cet *aloë*; il étoit resté sur mon fourneau, où il avoit passé 24 heures; les feuilles me parurent environnées d'air; elles n'avoient pas touché l'eau, et n'avoient pu lui donner de l'air ou en prendre; je l'examinai avec soin et je trouvai qu'elles avoient absorbé 9° de gaz oxygène et produit 3° d'acide carbonique.

§ LXXXII.

Je mis des feuilles du même *aloë* sous sept tubes pleins d'eau; elles y passèrent toute la nuit, et ne donnèrent absolument point d'air.

§ LXXXIII.

Ces mêmes feuilles restées à l'obscurité dans 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air pendant 24 heures à la température de 5 à 6°, absorbèrent 6° de gaz oxygène; mais elles ne produisirent point d'air. L'obscurité fût complète; l'appareil avoit été renfermé dans une cassette.

§ LXXXIV

Je remis au soleil les cinq tubes qui y avoient été le jour auparavant avec les feuilles de *l'aloë disticha* § LXXIX, le soleil étoit moins vif; elles donnèrent encore néanmoins sous l'eau 3,30 centimètres cubes, ou un sixième de pouce cube d'air; j'y trouvai plus de la moitié de gaz oxygène, il y en avoit les $\frac{23}{40}$.

§ LXXXV.

Je mis de même des feuilles de cet *aloë* dans 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air commun, celles-ci ne touchèrent pas l'eau, comme dans le § LXXIX; elles restèrent au soleil pendant 5 heures comme dans l'expérience du paragraphe cité.

Je trouvai qu'elles n'avoient point absorbé de gaz oxygène dans deux tubes; mais dans le troisième, il y en eut 3° d'absorbé et 5° d'acide carbonique produit.

De sorte que dans ces deux cas il n'y eut point de gaz oxygène absorbé, mais il y en eut 5° dans le troisième tube. Il paroîtroit donc que la briéveté du temps fut la cause qui empécha cette absorption; la température de 9° put encore y concourir.

§ LXXXVI.

Je tins donc pendant deux jours et demi des feuilles de cet *aloë* dans 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air commun à la température de 4 à 5°; elles absorbèrent 4° de gaz oxygène.

§ LXXXVII.

Je profitai d'un beau jour du mois de mars pour faire encore quelques expériences sur ce même *aloë*.

Je coupai des lames minces à ces feuilles, que je plaçai dans 6 flacons contenant de l'air commun et fermant avec des bouchons usés à l'émeri: j'en mis dans d'autres flacons pleins d'eau, ou de gaz hydrogène, ils restèrent tous exposés au soleil pendant un jour.

L'air commun resta comme il étoit dans le flacon.

Dans les flacons rempli *d'eau*, il y eut un air produit qui fut un tiers meilleur que l'air commun.

L'air commun qui avoit éprouvé *la chaleur du soleil sans recevoir sa lumière* avoit perdu 8° de gaz oxygène, qui fut absorbé par les lames; elles produisirent 8° d'acide carbonique.

Enfin le flacon rempli de *gaz hydrogène* ne fournit point d'acide carbonique à l'essai; les lames de *l'aloë* le laissèrent comme il étoit.

Il paroît donc que les feuilles *d'aloë* au soleil ne donnent point d'air dans le gaz hydrogène, ni dans l'air commun, mais qu'elles en donnent sous l'eau avec abondance; cependant on ne peut pas dire, que dans ces deux cas, il y ait eu de l'acide carbonique absorbé par l'eau, puisque *l'aloë* étoit à sec dans le flacon; d'ailleurs comme on trouve l'acide carbonique dans l'air quand le flacon est à l'obscurité, pourquoi ne le trouveroit-on pas de même quand le flacon a été au soleil.

Toutes ces expériences ont été répétées deux fois et m'ont fourni les mêmes résultats.

§ LXXXVIII.

Je savois déjà que *l'aloë caulescens glauca* donnoit beaucoup d'air au soleil sous l'eau, c'étoit un motif pour l'employer encore dans ces expériences.

J'en mis donc *sous l'eau* au mois de juillet dans un tube plein de ce fluide; au bout de 2 heures $\frac{1}{2}$, j'en obtins 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes et je trouvai qu'il contenoit 85° de gaz oxygène ou $\frac{85}{100}$; le reste étoit l'azote pur; cependant le rameau que j'employai étoit détaché de la plante depuis plus d'un mois, et je l'avois conservé dans ma chambre plongé dans l'eau par sa base.

§ LXXXIX.

Il y avoit 63 jours que j'avois détaché des fragmens de *l'aloë caulescens glauca* et du *cactus cochinilifer*; je les avois gardé à l'ombre dans ma chambre; je les plaçai chacun à sec dans 59,45 centimètres cubes, ou 5 pouces cubes d'air commun sous un tube fermé par l'eau, et je les laissai ainsi pendant 5 heures au soleil.

Le *cactus* produisit $1^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène qui s'ajouta à celui de l'air commun.

L'aloë à moitié sec avoit beaucoup souffert, il étoit bien plus altéré que le *cactus*; le soleil devint nébuleux; de sorte qu'en répétant cette expérience sous l'eau, il n'y eut vraiment pendant que je la fis, qu'une heure et trois-quarts de soleil brillant; cependant je vis encore l'air jaillir hors des feuilles de *l'aloë* et je trouvai dans cet air 42° de gaz oxygène ou les $\frac{42}{100}$. Le *cactus* donna un air qui contenoit 37° de gaz oxygène.

On voit donc que même dans ce degré d'altération, ces deux plantes n'ont pas perdu la faculté de produire un air beaucoup meilleur que l'air commun, par la quantité de gaz oxygène qu'il fournit; cependant il en contient bien moins dans cet état, que lorsque les plantes sont fraîches.

§ XC.

Enfin je voulus vérifier avec *l'agave americana* l'expérience, que j'avois faite avec la *lavendula spica*, et prouver encore mieux que les plantes ne donnent point de gaz oxygène dans le gaz hydrogène sans l'action de la lumière immédiate du soleil.

Je mis donc assez de cet *aloë* dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de *gaz hydrogène*, je les y laissai à la température de 8° pendant 42 heures, et comme cet *aloë* donne beaucoup de gaz oxygène au soleil, il étoit très-propre à confirmer ou à détruire l'opinion d'Ingenhouz.

L'aloë me parut très-bien conservé au bout de ce temps; je fis alors l'essai de cet air produit dans le gaz hydrogène, mais j'y trouvai 2° $\frac{1}{3}$ d'acide carbonique, et le reste étoit le gaz hydrogène que j'avois mis dans le tube.

§ XCI.

Je continuai ces recherches sur les fragmens des plantes grasses.

Je tins pendant 3 heures $\frac{1}{2}$ au soleil, sous un tube contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, trois morceaux d'une tige verte de *l'aloë caulescens spinis rubris*, je trouvai que ces morceaux produisirent 1° d'acide carbonique, et que 2° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène absorbé par eux avoient été remplacés par 2° $\frac{1}{2}$ de gaz acide carbonique.

J'ai tenu de même au soleil, pendant 4 heures dans la même quantité d'air commun que dans le cas précédent, trois morceaux du tronc vert de *l'euphorbium caput medusæ*; je mis de la même manière 3 feuilles de la même plante sous un autre tube, elles y donnèrent 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air très-pur. Les trois morceaux du tronc produisirent peu d'air en comparaison des feuilles, quoique le volume des premiers fût plus

grand que celui des secondes, et cet air étoit purement de l'acide carbonique.

En faisant de pareilles expériences, il m'a toujours paru, que les feuilles donnoient plus d'air que les tiges, et que l'air fourni par ces dernières étoit mauvais.

Je répétai cette expérience de la même manière : les morceaux de la tige de cette plante me donnèrent encore une petite quantité d'air; il étoit d'un tiers inférieur en pureté à l'air commun, et le reste étoit de l'azote.

Ces mêmes morceaux disposés de la même manière absorbèrent 3° de gaz oxygène et produisirent 3° d'acide carbonique, pendant 3 jours; cette même expérience faite sur mon fourneau me montra, que ces morceaux absorbèrent dans 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air commun, 19° d'oxygène et produisirent 13° d'acide carbonique.

§ XCII.

Enfin je tins au soleil pendant un jour des feuilles de la *canne à sucre* sous quelques tubes pleins d'eau, et renversés sur leur ouverture dans un vase plein de ce fluide; j'en tins de même sur mon fourneau dans 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air commun; j'en mis aussi dans la même quantité d'air commun au soleil.

Les feuilles *sous l'eau* me fournirent dans cinq tubes 24,76 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{4}$ cube d'air qui contenoit 40° de gaz oxygène, ou qui étoit le double meilleur que l'air commun, le reste étoit le pur azote.

Ces

Ces feuilles dans 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube *d'air commun au soleil* augmentèrent d'un degré la quantité du gaz oxygène.

Ces feuilles dans la même quantité *d'air commun sur mon fourneau* absorbèrent 14° de gaz oxygène et produisirent 5° d'acide carbonique.

Cette plante comme beaucoup d'autres donnent sous l'eau un air très-pur, et elles n'en donnent presque point dans l'air commun, lorsqu'elles sont avec lui dans des vases clos: d'où vient cela ? Si l'on dit que ce bon air ne peut sortir des plantes dans l'air clos, parce qu'il y est retenu par la dilatation de l'air, il me semble qu'il devroit repousser l'air ambiant, comme il repousse l'eau qu'il fait baisser dans les tubes : d'ailleurs l'air qui sort sous l'eau devroit y trouver bien plus de résistance que dans l'air. Enfin il y a divers corps qui laissent échapper leur gaz dans l'air clos.

§ XCIII.

Le soleil étoit très-beau dans un des premiers jours du mois de mars; je mis des feuilles de canne à sucre sous l'eau dans un tube; j'en mis dans un flacon bien fermé contenant 49,64 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun; enfin j'en mis la même quantité dans un autre flacon contenant la même quantité de gaz hydrogène; ces trois tubes passèrent le jour entier au soleil.

Ces feuilles *dans l'eau* ne donnèrent que deux ou trois bulles.

J'essayai l'air commun et le gaz hydrogène où ces feuilles avoient été exposées au soleil pendant

tout le jour, et je les trouvai sans aucune altération et dans le même état où ils étoient lorsque je les mis dans leurs flacons avec les feuilles de canne à sucre.

§ XCIV.

Je n'ai pas voulu négliger de faire quelques expériences semblables à toutes les précédentes sur les plantes aquatiques.

Dans ce but, je mis une poignée de *myriophyllon sous l'eau* au soleil, il fournit une grande abondance d'air; on le voyoit se former par petites bulles autour des filets de la plante, je le laissai pendant 4 heures au soleil.

Je fis l'essai de cet air, j'y trouvai 77° de gaz oxygène, 20° d'azote et 3° d'acide carbonique.

Cette plante mise dans 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube *d'air commun* pendant le même temps y produisit 2° de gaz oxygène.

§ XCV.

La *lentille de marais* mise *sous l'eau* pendant 3 heures *au soleil* donna peu d'air, mais celui qu'elle fournit contenoit 35° de gaz oxygène de plus que l'air commun.

Cette lentille de marais mise à sec *au soleil* dans un flacon contenant 49,54 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes *d'air commun* y donna 2° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène; mais comme elle avoit fourni 2° d'acide carbonique le volume de l'air étoit resté le même.

§ XCVI.

J'avois depuis le mois de juin dans une chambre des vases cylindriques de verre d'un petit diamètre, où il étoit resté de l'eau de mon puits à une cer-

taine hauteur; il y en avoit encore le premier janvier 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes, quand je fis ces expériences. Ces vases ne reçurent jamais qu'une lumière réfléchie, mais ils furent toujours très-bien éclairés. Les parois de ces vases s'étoient tapissées d'une *matière verte*. Je versai l'eau de ces vases; je les remplis avec une eau nouvelle de mon puits, j'en renversai un sur son ouverture dans un vase plein d'eau. Il resta trois jours exposé au soleil et trois nuits dans l'obscurité.

Le premier jour il s'y développa beaucoup d'air, moins dans le second, et point dans le troisième; mais je n'en aperçus jamais pendant la nuit.

J'obtins ainsi 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce et demi cube d'air; il contenoit $\frac{65}{100}$ de gaz oxygène, c'est-à-dire $\frac{45}{100}$ de plus que dans l'air commun, le reste étoit du pur azote.

§ XCVII.

Je mis une partie de cette matière verte attachée au tube dans un autre récipient qui contenoit 237,80 centimètres cubes, ou 12 pouces cubes *d'air commun sur mon fourneau*, cet air reposoit sur l'eau qui l'enfermoit; cette matière ne causa aucune altération à cet air.

§ XCVIII.

La matière verte donne très-peu d'air dans l'air clos, quand elle n'éprouve pas l'action directe du soleil, et elle n'en donne jamais pendant la nuit.

§ XCIX.

J'exposai pendant un jour cette matière verte *à sec* sous un tube contenant 19,81 centimètres cubes, ou

1 pouce cube *d'air commun au soleil*, c'étoit au mois de janvier, le soleil étoit très-brillant et cette *matière verte* m'avoit déjà donné sous l'eau beaucoup d'air.

Je fis l'essai de cet air, je trouvai 8° de gaz oxygène absorbé et 2° d'acide carbonique produit, la différence entre l'eau et l'air est considérable.

Quelques jours après, cette *matière verte* soumise à l'expérience précédente fut placée dans l'eau à l'air libre pendant dix jours; alors j'en mis une partie sous un récipient plein d'eau et renversé dans un vase plein d'eau sur son ouverture; elle me donna 2,47 centimètres cubes, ou $\frac{1}{8}$ de pouce d'air dont la plus grande partie étoit du gaz oxygène.

Il paroît donc que cette matière verte mise dans l'air y absorbe le gaz oxygène, et y produit l'acide carbonique, lorsqu'elle y est dans l'air au soleil; mais qu'elle produit beaucoup de gaz oxygène et un peu d'azote lorsqu'elle est dans l'eau et au soleil.

§ C.

Il résulte de ces expériences 1.° que les plantes exposées sous l'eau au soleil y produisent un air meilleur que l'air commun avec de l'acide carbonique et de l'azote; que dans l'air au soleil sous les vases clos, quelques-unes donnent un peu de gaz oxygène, la plupart absorbent ce gaz, et donnent alors l'acide carbonique; enfin qu'à une basse température, l'air où les plantes sont renfermées y reste sans altération.

2.° Que les plantes altèrent quelquefois l'air par l'acide carbonique qui s'en échappe.

3.° Qu'elles donnent à l'obscurité l'acide carbonique dans les gaz hydrogène et azote, et qu'elles fournissent dans ces gaz le gaz oxygène à la lumière solaire; enfin qu'elles produisent plus d'acide carbonique dans l'air que dans les gaz hydrogène et azote.

4.° Que les plantes saines ne donnent jamais d'air à l'obscurité sous l'eau, et ne changent point les gaz hydrogène et azote en acide carbonique.

5.° Que les plantes grasses offrent les même phénoménes, qu'elles paroissent fournir plus de gaz oxygène que les autres, et que ce gaz est plus pur.

6.° Que la température influe beaucoup sur toutes ces expériences et surtout sur l'absorption du gaz oxygène.

7.° Que toutes les plantes donnent plus de gaz oxygène sous l'eau au soleil, que lorsqu'elles y sont renfermées dans une petite quantité d'air commun.

8.° Qu'il paroît bien que le contact de l'air commun avec les plantes influe sur la production de l'acide carbonique.

9.° Qu'il n'y a point de gaz oxygène produit par les plantes sans l'action immédiate de la lumière solaire.

10.° Que les fragmens des plantes grasses négligés et presque desséchés donnent encore sous l'eau au soleil le gaz oxygène.

11.° Que les feuilles donnent plus de gaz oxygène sous l'eau au soleil que leurs tiges.

12.° Qu'il y a des plantes comme la canne à sucre qui donnent assez d'azote avec le gaz oxygène sous l'eau au soleil, et que la quantité du dernier croît avec celle du premier.

13.° Que les plantes aquatiques offrent à tous ces égards les mêmes phénomènes que les plantes terrestres.

14.° Que la matière présente offre encore les mêmes résultats.

CHAPITRE III.

Phénomènes particuliers que les plantes mises dans l'air, dans l'eau, au soleil, à l'ombre et à l'obscurité font observer.

§ CI.

Après avoir parcouru les faits divers que présente le phénomène général de l'influence des plantes sur l'air où elles sont renfermées, et de la nature des gaz qu'elles produisent dans l'eau et dans l'air; il restoit encore diverses parties de ce phénomène à considérer plus particulièrement dans leurs détails; il falloit rechercher, si toutes les saisons sont également propres à produire ces effets, comparer l'air produit par les plantes sous l'eau et dans l'air soit relativement à sa quantité, soit relativement à sa qualité; fixer les bornes de cette production s'il y en a; étudier l'influence de la lumière sur cette production, et par conséquent les effets que font naître l'ombre et l'obscurité; enfin mesurer, s'il est possible, la quantité de l'air que les plantes contiennent. Chacun de ces problèmes demande une solution qui lui soit propre et exige des recherches particulières pour la découvrir dans la nature.

§ CII.

Les plantes donnent-elles de l'air au soleil pendant l'hiver ?

Il avoit soufflé le 20 décembre pendant la nuit un vent du midi qui balaya tous les nuages; le soleil fut alors aussi vif et aussi brillant qu'il peut l'être dans la plus belle saison ; j'en profitai pour faire quelques expériences. La température étoit alors à $0^{\circ} \frac{1}{2}$ je tins sous l'eau et à ce soleil pendant 5 heures les plantes suivantes : *aloë caulescens glauca spinis rubris*, *aloe americana* et le *sempervivum tectorum*. Je voulois voir si ces plantes donneroient au cœur de l'hiver le gaz oxygène comme elle le donnent abondamment en été au soleil. La terre étoit couverte de neige ; il avoit gelé fort la nuit précédente ; la plus grande chaleur que les plantes éprouvèrent au soleil fut de 9° au milieu du jour. Eh bien, pendant la journée, ces cinq plantes mises sous des tubes larges, hauts et pleins d'eau donnèrent la moitié de l'air qu'elles m'avoient donné en été, cet air sortoit par petites bulles qui se succédoient par jets tantôt continus et tantôt interrompus.

J'examinai l'air produit par ces trois plantes, et je le trouvai aussi pur qu'en été.

Il en résulte donc que ces plantes et probablement les autres donnent du gaz oxygène pendant l'hiver; qu'elles en donnent la moitié moins qu'en été, et que cet air est aussi bon.

§ CIII.

J'exposai encore au mois de Janvier au soleil, sous l'eau, des morceaux de feuilles de *l'aloë ame-*

ricana qui étoient à moitié endurcies par le gel; je vis le suc gelé lorsque je les coupai.

Ces morceaux ne donnèrent que très-peu d'air et il ne fut pas meilleur que l'air commun. Le thermomètre dans les tubes pleins d'eau monta pourtant à 9°, et les morceaux de *l'aloë* se dégelèrent peu de temps après qu'ils eurent été mis en expérience : l'eau où ces plantes furent renfermées ne cessa pas d'être fluide.

§ CIV.

J'ai bien fait voir jusques à présent *que les plantes sous l'eau au soleil donnoient de l'air meilleur et en plus grande abondance que dans l'air*, mais il faut l'établir d'une manière plus précise.

Je mis au mois de Mai un poids égal de feuilles *d'œillets* sous un tube plein d'eau et renversé sur son ouverture dans un vase plein d'eau; j'en mis exactement autant sous un tube, où il y avoit 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun; je fis rigoureusement la même expérience avec le *cactus cochinilifer*, et je laissai ces 4 tubes au soleil pendant 3 heures.

Au bout de ce temps-là, j'en fis l'essai, et je trouvai que la quantité d'air produit étoit à peu près égale *sous l'eau* et *dans l'air*, mais le cactus donna un air d'un quart plus pur, sous l'eau que dans l'air.

§ CV.

Je refis cette expérience au mois d'Avril avec des feuilles de *framboisier*; j'en mis deux sous des tubes pleins d'eau et renversés dans l'eau sur leur ouverture; j'en mis deux autres dans 59,45 centimètres

cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun; elles y restèrent au soleil pendant 3 heures.

Les feuilles dans *l'air commun* ne produisirent point d'air et absorbèrent 2° ½ de gaz oxygène. Les feuilles *sous l'eau* produisirent 6,60 centimètres cubes, ou ⅓ pouce cube d'air dont le volume renfermoit ⅓ de gaz oxygène.

§ CVI.

Mais les plantes donnent-elles donc de l'air dans l'air? On a déjà pu voir l'influence des plantes sur de petits volumes d'air; j'ai voulu encore faire cette expérience d'une manière différente sur un plus grand volume d'air que les précédens.

J'exposai donc dans une quantité d'air remarquable, et à un soleil très-vif et très-pur pendant 6 heures les plantes suivantes, c'étoit au mois de Juin.

Crassula cotyledon dans 277,43 centimètres cubes, ou 14 pouces cubes d'air occupoit l'espace d'un volume d'air égal à 26,41 centimètres, ou à 1 pouce ⅓ cube. Cette plante n'altéra point l'air commun, mais elle en diminua la quantité.

Mesembryanthemum acinaciforme dans 277,43 centimètres cubes, ou 14 pouces cubes d'air commun, laissa la même quantité d'air et la même pureté, que celle de l'air commun.

Aloe caulescens glauca dans 257,61 centimètres cubes, ou 13 pouces cubes d'air commun, a donné les mêmes résultats que la plante précédente.

Sempervivum tectorum dans 297,25 centimètres cubes, ou 15 pouces cubes d'air commun, a donné les

mêmes résultats que les deux plantes précédentes.

L'aloe margaritifera disticha fut pendant le même temps exposée au soleil dans 217,98 centimètres cubes, ou 11 pouces cubes d'air commun; et le *cactus cylindricus* dans 158,53 centimètres cubes, ou 8 pouces cubes d'air commun; l'air n'y reçut aucune augmentation et sa pureté n'en fut point altérée.

Ces expériences sont capitales, puisque ces plantes donnent sous l'eau au soleil une grande abondance d'air; cependant elles n'en donnèrent point dans l'air: ce qui prouve la grande différence qu'il y a dans l'exposition des plantes au soleil dans l'air ou dans l'eau.

§ CVII.

J'ai fait cette expérience d'une autre manière, qui pouvoit seule être convaincante.

J'exposai pendant 6 heures à un soleil vif dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de *gaz hydrogène* quelques plantes grasses; mon but étoit de voir, si elles donneroient du gaz oxygène, et de l'acide carbonique; cependant il faut observer qu'on ne peut introduire la plante dans ce gaz qu'au travers de l'eau qui peut fournir quelques atomes de gaz oxygène, et qu'il peut y rester aussi quelques atomes d'air commun adhérens aux parois du récipient.

Cacalia euphorbium ; cette plante produisit 10° de gaz oxygène et 5° d'acide carbonique, cette expérience est capitale et conforme à ce que dit Senebier.

Cotyledon orbiculata ; cette plante produisit 10° de gaz oxygène et 2° d'acide carbonique; le gaz hy-

drogène avec ce mélange s'enflamma et détonna.

Aloë caulescens glauca ; cette plante produisit 11° de gaz oxygène et 4° d'acide carbonique.

Aloë spiralis ; cette plante produisit 3° de gaz oxygène et 4° d'acide carbonique.

Cactus cylindricus ; cette plante a produit 5° de gaz oxygène et 3° d'acide carbonique.

Sempervivum arboreum ; cette plante a produit ½ degré de gaz oxygène et ½ degré d'acide carbonique.

Euphorbium caput medusæ ; cette plante a produit 1° de gaz oxygène et 1° ½ d'acide carbonique.

§ CVIII.

Je fis en même temps mais seulement pendant 4 heures les mêmes expériences avec le *gaz azote* je n'en employai que 29,71 centimètres cubes, ou qu'un pouce ½ cube.

Cactus cylindricus ; cette plante ne produisit point d'acide carbonique, mais elle y fournit 9° de gaz oxygène.

Crassula cotyledon ; produisit 4° de gaz oxygène et 1° d'acide carbonique.

Cotyledon orbiculata ; produisit 5° de gaz oxygène et 2° d'acide carbonique.

§ CIX.

Les expériences rapportées dans les § CVII et CVIII offrent deux considérations qui méritent quelqu'attention.

Parmi les six plantes exposées au soleil dans le *gaz hydrogène*, il y en a quatre qui ont produit assez de gaz oxygène, et ce gaz y fut plus abon-

dant que l'acide carbonique; une d'elles a donné 10° de gaz oxygène, mais une autre n'a donné presque ni acide carbonique, ni gaz oxygène, et l'autre un tant soit peu plus de ces deux gaz. J'ai bien vu que le gaz hydrogène ne se décomposoit pas, et qu'il restoit ce qu'il étoit, puisqu'il s'est enflammé et qu'il a détonné comme auparavant; mais je ne me suis point aperçu que dans ces expériences, il y ait eu du gaz azote produit.

Voilà donc vérifié ce que Senebier a dit, que les plantes donnent le gaz oxygène dans le gaz hydrogène; mais il dit encore que le gaz hydrogène s'est enflammé après son expérience, je ne l'ai pas vu; le phosphore y a brûlé sans inflammation du gaz hydrogène, il est vrai que par le fait il n'y avoit pas une quantité suffisante de gaz oxygène. Il en résulte néanmoins contre l'opinion d'Ingenhouz dont j'ai parlé, que le gaz hydrogène ne s'est pas changé en acide carbonique puisqu'il s'est enflammé.

Les deux autres plantes n'ont presque point donné de gaz oxygène, ce qui ne s'arrange pas bien avec ce qu'a dit Senebier.

Senebier dit encore que les plantes au soleil dans le gaz azote donnent le gaz oxygène, et que le gaz azote s'est diminué, et il explique ingénieusement le phénomène. J'ai bien remarqué aussi cette diminution dans d'autres cas; mais je ne l'ai pas observée dans celui-ci; elle n'a donc pas lieu généralement; cependant il est toujours clair que les plantes donnent le gaz oxygène dans le gaz azote.

§ CX.

Je tins après cela pendant 7 heures au soleil des tubes pleins d'eau avec des plantes; je tins ensuite deux de ces plantes dans des tubes contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, je tins encore la troisième semblablement dans un tube contenant seulement 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; elles furent ainsi exposées au soleil à la même place et pendant le même temps; les volumes des plantes étoient égaux et toutes les circonstances étoient à tous égards les mêmes, à l'exception des différences que j'ai voulu établir et que j'ai indiquées. On comprend, qu'il devoit être intéressant de connoître les résultats produits par ces différences.

Le *sempervivum tectorum* a donné sous *l'eau* un volume d'air qui contenoit la moitié de gaz oxygène.

Cette plante a donné dans 3 *pouces cubes d'air commun*, 5° d'acide carbonique et a détruit 4° de gaz oxygène.

L'euphorbium caput medusæ a donné sous l'eau la millième de 3 pouces cubes d'air.

Dans les 3 pouces cubes d'air commun elle a absorbé 9° de gaz oxygène et a produit 5° d'acide carbonique.

L'aloë caulescens glauca a donné *sous l'eau* $\frac{17}{102}$ de 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube en air qui contenoit plus des deux tiers de gaz oxygène.

Dans 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun elle a produit $\frac{6}{100}$ d'air de moins que sous l'eau, et dans ces $\frac{11}{100}$ produites, il n'y avoit que $\frac{1}{100}$ de gaz oxygène, $\frac{6}{100}$ d'acide carbonique et le reste d'azote.

Il résulte de ces expériences que ces trois plantes ont donné de l'air sous l'eau, que sa quantité y a été plus grande que dans l'air commun, que la quantité du gaz oxygène est beaucoup plus grande sous l'eau, lorsque les plantes en donnent, que dans l'air; ou plutôt qu'il y a du gaz oxygène produit sous l'eau lorsqu'il n'y en a point dans l'air; enfin que ces plantes sous l'eau comme dans l'air donnent de l'acide carbonique.

§ CXI.

Je crus nécessaire de multiplier ces expériences. Je tins donc encore sous l'eau pendant 4 heures $\frac{1}{2}$ au soleil les plantes suivantes, dont je mis aussi des volumes égaux dans 49,54 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun.

Crassula coccinea donna *sous l'eau* les $\frac{11}{100}$ de 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes; il y avoit $\frac{86}{100}$ de gaz oxygène.

Dans les 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, il y eut la même quantité d'air produit, mais il ne contenoit que $\frac{40}{100}$ de gaz oxygène.

Euphorbium caput medusæ facie fructus pini, a donné *sous l'eau* $\frac{10}{100}$ d'air contenant $\frac{80}{100}$ de gaz oxygène.

Dans l'air commun, elle a produit $\frac{10}{100}$ d'air dont il y avoit $\frac{7}{100}$ d'acide carbonique $\frac{31}{100}$ de gaz oxygène et le reste d'azote.

Mesembryanthemum crassifolium, a donné *sous l'eau* $\frac{4}{100}$ d'un pouce $\frac{1}{2}$ cube qui contenoit 39° de gaz oxygène : dans *l'air* il a donné la même quantité d'air qui avoit la même pureté.

Aloe disticha verrucosa a donné *sous l'eau* $\frac{8}{100}$

d'un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air dont il y avoit 41° de gaz oxygène : dans *l'air* commun il a produit 2° de gaz oxygène.

Crassula coccinea a produit dans *l'air* et *sous l'eau* la même quantité d'air que l'*euphorbium caput medusæ*; mais dans l'air produit sous l'eau, il y a eu une beaucoup plus grande quantité de gaz oxygène ; il n'y en eut que 50° produits par celui que l'air recouvroit.

Il résulte de ces expériences que la quantité de l'air produit par les plantes exposées dans l'air au soleil a été presqu'égale à celle que ces plantes ont fourni sous l'eau au soleil; mais quelquefois, il y en a eu moins : cependant le produit en gaz oxygène sous l'eau a été toujours plus grand que dans l'air.

§ CXII.

En considérant ce grand excès de gaz oxygène produit au soleil par les plantes sous l'eau sur celui qui est rendu par les plantes dans l'air clos au soleil; j'ai soupçonné quelqu'erreur dans mes expériences, ou du moins j'ai vu que l'excès ne devoit pas être aussi réellement grand qu'il paroît d'abord ; j'ai donc pensé qu'une expérience pourroit décider la question, et j'ai imaginé la suivante.

La même plante doit être mise au soleil dans un égal volume d'air et d'eau, de même que pendant un temps donné. Supposons alors que la plante dans l'eau produise un volume d'air égal à celui qu'elle a fourni dans l'air, je mets dans un eudiomètre l'air de l'eau et par la combustion du phosphore, je conclus la quantité du gaz oxygène qu'il renfermoit

avec assez de justesse pour les autres expériences que j'avois faites. Ensuite je fais brûler le phosphore dans un eudiomètre semblable qui contient l'air produit dans l'air commun avec l'air commun lui-même. Je suppose que ce soit la *crassula coccinea* qui a donné dans l'eau et dans l'air $\frac{11}{100}$ d'air dans l'eudiomètre contenant 49,54 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air. J'ai dit que cet air produit dans l'eau a donné $\frac{83}{100}$ de gaz oxygène; mais que l'air de la même plante produit dans l'air en avoit seulement donné $\frac{30}{100}$; par conséquent la différence est très-grande entre ces deux produits, et cette grande différence m'avoit fait craindre une erreur dans ma manière de procéder; il est cependant aisé d'en trouver la cause. En examinant séparément les deux produits, ou les $\frac{11}{100}$ d'air trouvées dans l'eau, j'avois seulement ces $\frac{11}{100}$, ou le gaz oxygène est incomparablement plus rapproché que dans l'air, ces $\frac{11}{100}$ y sont noyées dans tout l'air commun introduit dans le tube pour faire l'expérience, et par conséquent il y est disséminé dans les 20° de gaz oxygène et les 80° d'azote qui le forment; aussi la flamme est incomparablement plus vive dans le premier cas. Pour obvier à cet inconvénient dans la comparaison, j'ai employé le procédé suivant.

Je mis quelques parties égales du *cactus tuna* sous l'eau et dans l'air; je les exposai au soleil pendant cinq heures. Elles produisirent beaucoup d'air sous l'eau. Après avoir mis une mesure connue d'air commun dans un eudiomètre, j'y ajoutai 20° de l'air produit dans l'eau par le *cactus*, ou d'un air

quelconque

quelconque produit de cette manière ce qui me donnoit 120° de cet eudiomètre; après l'inflammation du phosphore l'eau est montée à 14° au-dessus du zéro de l'instrument, par conséquent, il y avoit dans ce mélange des deux airs 34° de gaz oxygène, et en ôtant les 20° de gaz oxygène de l'air commun, que j'avois mis d'abord dans l'eudiomètre, il étoit évident que les 20° d'air produit par la plante sous l'eau en contenoient 14°. Alors en mettant sans mélange dans un eudiomètre semblable à celui que je venois d'employer l'air de la plante, j'ai eu après la combustion du phosphore qui fut très-vive les 80° ou les $\frac{80}{100}$ de gaz oxygène.

Cette manière de procéder qui m'a paru très-juste et très-sûre m'a bien fait voir que cet excès considérable de gaz oxygène dans l'air produit sous l'eau sur l'air produit par la même plante dans l'air commun ne peut provenir que de la pureté du premier qui reste sans mélange, et du mélange de l'autre avec l'air commun introduit dans le tube pour faire l'expérience.

§ CXIII.

Je continuai ces expériences sur les plantes exposées sous l'eau et dans l'air au soleil pour connoître mieux la quantité de l'air qu'elles y produisent, et j'ai toujours employé des plantes grasses, parce qu'elles supportent mieux que les autres l'action du soleil.

J'exposai *sous l'eau* au soleil trois petits morceaux du *cactus cohinilifer*; j'en éprouvai l'air d'après ma nouvelle méthode; il m'avoit donné cinq

degrés d'air, dont quatre degrés étoient du gaz oxygène et un degré d'acide carbonique.

Trois petits morceaux du même *cactus* exposés de la même manière au soleil dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes *d'air commun* produisirent 9° d'air, par conséquent la quantité d'air produit dans l'eau a été plus petite que dans l'air; mais il n'y a eu que 2° de gaz oxygène dans l'air et $\frac{1}{7}$° d'acide carbonique.

§ CXIV.

J'exposai de même au soleil sous l'eau trois petits morceaux de *l'aloë disticha verrucosa*; j'en exposai autant au soleil dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun.

Ils produisirent *sous l'eau* 14° de gaz oxygène et 1° d'acide carbonique.

Ils produisirent *dans l'air* 12° de gaz oxygène et 2° d'acide carbonique.

L'aloë disticha margaritifera traité de la même manière fournit *sous l'eau* 12° de gaz oxygène, et dans l'air 8° de gaz oxygène avec 4° d'acide carbonique

§ CXV.

Les feuilles, les parties vertes des végétaux donnent-elles toujours de l'air dans toutes les circonstances, où elles peuvent se trouver, lorsqu'elles sont exposées sous l'eau au soleil?

Pour répondre à cette question, il falloit savoir quel seroit l'effet produit par les feuilles sèches, mises sous l'eau et dans l'air au soleil. Je fis pour cela sécher des feuilles de violettes au soleil, je les exposai ensuite sous l'eau aux rayons de cet astre.

Elles s'y couvrirent d'abord de bulles, comme la surface interne et le fond des tubes et des récipiens, où je faisois ces expériences; mais ces bulles ne sont que l'air contenu dans l'eau qui s'attache à la surface des corps solides que l'on y plonge, et par conséquent à la surface des feuilles sèches que l'on peut y mettre, comme Senebier l'a prouvé; ceci pourtant a pu faire croire mal-à-propos, que les feuilles sèches donnoient de l'air comme les feuilles vertes.

J'ai tenu pendant deux jours deux grands récipiens pleins d'eau au soleil, renversés sur leur ouverture dans des vases pleins d'eau, afin que tout l'air qui pouvoit y être en sortît; je remplis alors avec cette eau deux récipiens plus petits, que je renversai dans la même eau sur leur ouverture. Je fis passer sous l'un deux feuilles sèches de la violette jaune. Je fis passer dans l'autre trois feuilles vertes et fraîches de ces violettes; je mis aussi trois feuilles semblables de la même plante sous l'eau que je venois de tirer de mon puits et je les exposai ainsi au soleil.

Au bout d'une heure je n'aperçus pas une bulle d'air sur les feuilles sèches de la violette; seulement j'en aperçus quelques-unes sur les parois internes et sur le fond du récipient, je les voyois monter; mais je n'avois pu remplir entièrement le tube et le vase où les feuilles sèches étoient avec l'eau privée de son air.

Quant aux feuilles vertes et fraîches mises sous les deux tubes, dont l'un étoit plein de l'eau privée

de son air, et l'autre de l'eau fraîchement tirée du puits; je vis presqu'à l'instant les feuilles qui étoient dans l'eau du puits fraîchement tirée se couvrir de bulles sur leurs deux surfaces, de même que les parois du tube; mais elles ne parurent que quelque temps après sur les feuilles placées dans l'eau privée de son air, et je remarquai bien cette différence dans ces deux cas, c'est que les bulles furent plus nombreuses sous l'eau du puits que sur les feuilles placées sous cette eau privée de son air; outre cela les bulles dans le premier cas furent plus grosses; ce qui me fait croire que les bulles qui sont sur les feuilles placées sous l'eau privée de son air sont exclusivement celles des feuilles, je ne vis au moins qu'un très-petit nombre de bulles sur les parois intérieures du tube; au lieu que sur les feuilles mises dans l'eau fraîchement tirée, on y voyoit celles de l'eau et celles de la feuille.

Je laissai ces trois tubes au soleil pendant 5 heures$\frac{1}{2}$ voici le résultat de leur séjour sous ces tubes.

Dans le tube où étoient les feuilles sèches de violette jaune *mises dans l'eau privée d'air* au soleil; il n'y eut qu'une petite bulle d'air produite par l'eau elle-même.

J'avois mis aussi des feuilles sèches de pêcher *sous l'eau de mon puits*; mais quoique d'abord, je n'eusse observé se former sur elles aucune bulle, j'en vis ensuite paroître qui n'étoient encore que celles de l'eau elle-même qui s'y attachèrent et ne formèrent pourtant qu'une petite bulle. Je remarquai le même phénomène sur ces feuilles sèches de pêcher mises

sous l'eau privée d'air ; je ne vis point d'abord des bulles sur leur surface, mais elles s'en couvrirent à la fin de l'expérience, et elles me parurent produites par la fermentation que cette macération avec chaleur avoit occasionnée, comme je le jugeai par leur odeur, et par une espèce de coction qu'elles paroissoient avoir subies; ce que l'on pouvoit remarquer déjà dans le changement de leur couleur.

Enfin dans les deux autres tubes où se trouvoient les feuilles vertes de violette *dans l'eau privée d'air et dans celle qui fut fraîchement tirée du puits;* je vis bien qu'il y avoit un plus grand nombre de bulles sur les dernières que sur les premières.

Cette expérience comparative prouve donc, que l'eau commune, au móins celle de mon puits, augmente la quantité de l'air produit par les plantes, et qu'elle doit y mêler un gaz méphitique comme je l'ai prouvé dans le premier Mémoire. Elle prouve aussi que l'eau absorbe l'air, et que si la plante qui y est plongée continue à y donner de l'air comme dans l'eau aérée; une partie de cet air de l'eau peut se joindre à celui que la plante fournit. Il faut donc pour rendre les expériences plus précises priver l'eau que l'on y emploie de l'air qu'elle peut avoir absorbé, surtout quand les feuilles donnent peu d'air par elles-mêmes.

Enfin je voulus essayer l'air de ces bulles formées dans les tubes de l'eau privée de son air, et dans les tubes de l'eau qui l'avoient conservé, et je vis que l'air des feuilles mises dans l'eau privée d'air étoient environ un quart meilleur, que celui de l'air produit par les feuilles de l'eau aérée.

§ CXVI.

On a déjà pu remarquer que les plantes exposées au soleil sous l'eau donnent du gaz azote, je l'ai du moins indiqué dans les analises, que j'ai faites de l'air rendu par quelques plantes. J'ai voulu m'en assurer d'une manière plus certaine en conservant sur l'eau dans quelques vases l'air que quelques plantes avoient rendu au soleil, comme par exemple celui de quelques *aloë*, du *cactus triangularis* et du *cactus cochinilifer*; par ce moyen je pouvois voir s'il resteroit vraiment de l'azote, quand j'en aurai séparé le gaz oxygène par la combustion et l'acide carbonique par l'eau de chaux.

C'est ce que j'ai bien remarqué, et j'ai bien vu que le résidu étoit véritablement de l'azote; puisqu'une bougie allumée s'éteignit dans ce gaz que j'avois ainsi obtenu parfaitement solitaire.

J'ai trouvé des plantes qui en donnoient $\frac{28}{100}$, d'autres $\frac{32}{100}$, d'autres $\frac{45}{100}$, d'autres enfin beaucoup moins.

Mais d'où vient cet azote dans les plantes? Il se trouve dans l'air intérieur, et il en est chassé par l'action de la lumière solaire. Ceci s'arrange-t-il avec l'analise des plantes qui ne fournissent point d'azote, ou qui n'en fournissent que dans quelques-unes? Il faut donc que cet azote vienne du dehors: dans ce cas il faudroit dire qu'il est mêlé dans l'eau avec le gaz oxygène, et que ce dernier en sortant des plantes s'unit à l'azote qui est dans l'eau.

§ CXVII.

Il me reste à examiner la grande question, dont la solution doit apprendre si les plantes donnent

vraiment de l'air indifféremment à l'obscurité et à la lumière? Ce qui la ramène à celle-ci; la lumière influe-t-elle comme lumière éclairante sur la production du gaz oxygène? Cette question pourroit être déjà presque décidée par diverses observations, que j'ai eu l'occasion de faire sur diverses expériences rapportées dans ce mémoire; mais comme elle a été présentée d'une manière différente par Ingenhouz et Senebier, et comme il y a encore quelques physiciens qui ont adopté l'opinion du premier; j'ai voulu l'étudier moi-même et chercher dans la nature la solution de cette question curieuse qui se réduit à celle-ci; les plantes saines donnent-elles de l'air à l'obscurité?

§ CXVIII.

Je fis la première expérience sur ce sujet au mois de Janvier 1798. Pendant un jour couvert, à l'air libre et dans un lieu que le soleil éclaire, lorsqu'il n'est pas éclipsé par les nuages, j'exposai sous l'eau la lavande, la matière verte, et d'autres plantes qui m'avoient donné de l'air au soleil avec abondance; elles ne m'en fournirent alors à cette lumière, qu'une quantité très-petite pendant tout le jour; mais ces végétaux et une foule que je soumis à la même expérience pendant la nuit ne m'en fournirent point du tout.

§ CXIX.

Il y a 1 t jours que je tiens sous des récipiens séparés dans l'air commun des rameaux de la *lavande*, elle a absorbé plus ou moins de gaz oxygène, et n'a pas par conséquent rendu l'air meilleur.

J'exposai de la même manière pendant 5 jours la *matière verte* dans l'air commun sur mon fourneau, on l'a déjà vu, elle a laissé l'air commun comme il étoit, quoiqu'elle fût dans l'eau.

Le pied de la *lavande* étoit aussi dans l'eau ; mais le soleil ne s'est presque pas montré pendant la durée de l'expérience; aussi l'air où cette plante étoit ne s'est point accru.

Je vois donc clairement que la seule lumière réfléchie du soleil laisse les plantes comme elle les trouve sans leur faire produire aucune espèce d'air ; mais au treizième jour il y eut deux ou trois heures de soleil, c'étoit au commencement de Février, et le soleil qui éclaira l'expérience, fit produire assez d'air à la plante pour pouvoir en faire l'essai.

Alors je mis aussi au soleil la *matière verte* qui n'avoit point altéré l'air commun sur mon fourneau pendant trois jours ; elle donna $\frac{1}{100}$ d'air dans le volume d'air, où elle étoit, et je trouvai qu'il contenoit plus des deux tiers de gaz oxygène. Je mis encore de cette même matière verte sous un grand récipient plein d'eau renversé sur son ouverture dans un vase plein de ce fluide, il fournit $\frac{60}{100}$ d'air qui furent réduits par la combustion du phosphore à $\frac{10}{100}$.

§ CXX.

Je plaçai à cinq heures du soir dans quatre tubes pleins d'eau beaucoup de ce *cactus cochinilifer* qui m'avoit fourni une si grande abondance d'un gaz oxygène si pur pendant le jour; la température étoit de 10°, c'étoit au mois d'Avril ; je laissai donc ces

appareils ainsi disposés pendant toute la nuit; il n'y eut pas une seule bulle d'air produite.

On voit donc bien nettement, que cette plante privée de la lumière du soleil ne donne point d'air sous l'eau.

§ CXXI.

J'avois pourtant tenu pendant trois heures au soleil, qui fut quelquefois voilé par les nuages un morceau de ce *cactus cochinilifer* dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun fermé par l'eau, mais de manière que le *cactus* ne touchoit pas ce fluide et il y produisit $1^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène.

§ CXXII.

Il y avoit 63 jours que j'avois sur une table à l'ombre deux feuilles *d'aloë caulescens glauca spinis rubris*, et la moitié d'une feuille du *cactus cochinilifer* à moitié desséchée, et qui auroit eu le temps d'élaborer de l'air mauvais, si vraiment les plantes en élaboroient à l'ombre; j'en mis de petits morceaux sous l'eau, qui y restèrent au soleil pendant une heure $\frac{3}{4}$; il y eut de l'air produit avec abondance; et je trouvai dans celui qui avoit été fourni par l'aloë $\frac{42}{100}$ de gaz oxygène et dans celui du *cactus* $\frac{37}{100}$. Ces deux plantes n'avoient donc pas perdu la faculté de donner du gaz oxygène au soleil.

§ CXXIII.

Je préparai deux tubes remplis d'eau et renversés sur leur ouverture dans des vases pleins de ce fluide; je fis passer sous chacun d'eux une quantité égale de *matière verte*; je les plaçai à l'obscurité; ils

n'y donnèrent point d'air ; je transportai l'un d'eux au soleil ; et un peu après la matière verte qui étoit au fond du vase commença de donner des bulles d'air qui continuèrent à s'en échapper, tant que le soleil l'éclaira. Je laissai l'autre tube à l'obscurité pendant trois jours, et la matière verte n'y donna pas un atome d'air, mais aussitôt que je l'eus tirée de cette obscurité pour l'exposer au soleil, elle donna du gaz oxygène très-pur.

§ CXXIV.

J'ai tenu pendant 22 heures sous l'eau dans une pleine obscurité et sous de grands récipiens renversés dans l'eau sur leur ouverture des feuilles de pavots, de laurier, de noisetier, de figuier et de murier ; la température étoit à 17° ; toutes ces feuilles ne donnèrent point d'air à l'exception des feuilles de pavots, qui en donnèrent $\frac{1}{60}$ de pouce cube.

§ CXXV.

La *crassula cotyledon* m'avoit fourni au soleil un air qui contenoit 89° de gaz oxygène, ou un air dont 100 parties en contenoient 89 de ce gaz ; j'en mis quelques feuilles dans 49,54 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun pendant 10 heures à la température de 16° $\frac{1}{2}$ et à l'obscurité. Il me parut que cette plante loin de donner du nouvel air avoit absorbé la moitié du gaz oxygène et produit 5° d'acide carbonique.

§ CXXVI.

Je disposai six tubes pleins d'eau et renversés sur leur ouverture dans des vases pleins de ce fluide ; j'introduisis dans deux de ces tubes des feuilles du

sempervivum tectorum ; dans deux autres des feuilles de framboisier, et dans les deux derniers des feuilles de la violette jaune; je pris ensuite un de ces tubes contenant chacun une des espèces de feuilles que je viens d'indiquer, et je les exposai au soleil; je pris ensuite les trois autres tubes, que je couvris d'un étui de carton, et que je plaçai à côté des autres; ils y restèrent huit heures et le soleil fut très-brillant.

Au bout de ce temps, je trouvai que les feuilles des trois tubes exposés à l'action immédiate du soleil avoient donné beaucoup de gaz oxygène très-pur; mais les autres n'en donnèrent point du tout d'aucune espèce. Je ne compte pas les bulles attachées aux parois du récipient; parce que j'ai bien prouvé qu'elles étoient un produit de l'eau, Mém. I.

Il me semble donc bien démontré que ces trois plantes à l'obscurité et avec la chaleur du soleil n'ont point donné d'air.

§ CXXVII.

Il est donc bien prouvé, d'après les expériences d'Ingenhouz, de Senebier et les miennes, que les feuilles des plantes donnent du gaz oxygène au soleil, et que, suivant Senebier, elles ne donnent point d'air à l'obscurité; mais qu'elles absorbent alors le gaz oxygène, comme je crois l'avoir établi le premier.

Ces idées me suivoient dans mes promenades et je cherchai leurs rapports avec l'économie générale de notre globe.

J'étois à Modène au mois de Novembre 1798, dans le jardin de l'ancien Duc; il y a un bois d'ormeaux

très-élevés et très-touffus qui donnent une ombre fort épaisse. A deux heures après midi, je m'enfonçai dans ce bois pendant que le soleil étoit très-vif; j'y restai une demi-heure, et j'y pris mal à la tête; je crus qu'il étoit occasionné par l'état de l'air dans ce lieu obscur; je pensai à essayer celui qui étoit dans l'ombre et dans les parties les plus basses; j'en pris avec M.r Venturi une bouteille, et je l'essayai sur le champ par l'eau de chaux; mais je trouvai que l'acide carbonique n'y étoit pas plus sensible que dans l'air commun pris dans la plaine la plus découverte: mon mal de tête devoit donc avoir une autre cause.

Je pensai que l'air est continuellement agité sous ces ormeaux comme à l'extérieur du bois, et que l'acide carbonique qui se forme constamment aux dépens du gaz oxygène de l'air est subitement porté ailleurs.

§ CXXVIII.

Ces idées, toujours présentes à mon esprit, ne m'abandonnoient pas quand j'étois à la campagne; un jour du mois d'octobre vers midi, le soleil étant bien vif, je faisois un grand tour dans un lieu où il y avoit un grand nombre de chênes touffus. J'observai qu'à cette heure où le soleil est à sa plus grande hauteur, les deux tiers des feuilles, pour ne pas dire trop, étoient dans l'ombre, et devoient parconséquent absorber le gaz oxygène. Je vis la même chose sur d'autres arbres, où je remarquai une ombre plus forte, sur-tout dans ceux auxquels la vigne se cramponne, parce que l'ombre des feuilles nombreuses

de cette plante augmente celle des autres dans l'intérieur de l'arbre, et même de ceux dont les feuilles sont les plus rares : on l'observe semblablement dans tous les arbres dont la tête est épaisse et bien feuillée ; mais il faut dire encore cela des bois, des bosquets, et sur-tout de ceux de pins, de sapins et de hêtres, de même que dans la Lombardie, des cyprès nombreux dont l'ombrage est si fort.

On ne peut se dissimuler d'après cela, que les feuilles des arbres qui sont dans l'ombre et qui en donnent, sont beaucoup plus nombreuses que celles qui sont couvertes par les rayons du soleil : et si l'on pense aux herbes, à celles des prés, que la lumière couvre davantage, et qui se portent moins d'ombre parce qu'elles sont plus courtes, mais aussi qui sont en grand nombre sous l'ombrage des arbres, dont l'ombre s'étend fort loin le matin et le soir ; et si l'on ajoute tout cela à l'ombre jetée par les montagnes et les collines, on verra combien il y a de tems où une foule de végétaux ne donnent point de gaz oxygène, et où plutôt ils en absorbent.

§ CXXIX.

Un jour du mois d'octobre je me promenai deux heures et demie avant le coucher du soleil ; j'étois dans un lieu où il y avoit plusieurs chênes ; le soleil étoit encore très-vif, il me fournit quelques observations sur les parties éclairées de ces arbres, et sur celles qui étoient dans l'ombre.

Le soleil éclairoit alors obliquement les chênes ; les parties de ces arbres sur lesquelles les rayons de cet astre tomboient étoient bien éclairées, mais à la

réserve de cette partie le reste étoit dans l'ombre, en exceptant pourtant plusieurs rayons qui s'échappoient dans le milieu des feuilles, et qui rompoient ainsi l'ombre en divers endroits. Ayant néanmoins comparé attentivement la partie éclairée avec celle qui étoit dans l'ombre, je trouvai celle-ci quatre fois plus grande, et il faut dire la même chose de l'ombre des feuilles dans les commencemens de la matinée, ou à la même hauteur du soleil.

§ CXXX.

Je refis encore toutes ces observations dans le même mois, je les répétai toujours avec un résultat semblable sur les noyers et les ormeaux, sur les haies épaisses; il n'y avoit donc que les arbres ayant peu de feuilles qui fussent les mieux éclairés par le soleil. Que faudra-t-il donc dire des forêts, des bouquets d'arbres de hautes futaies, comme les chênes et les pins? Ne résulteroit-il pas de mes expériences précédentes, qu'il ne reste point de gaz oxygène produit, ou qu'il n'y en a que très-peu, et même qu'il doit y avoir du gaz oxygène absorbé dans l'air?

Il me paroît donc que quoique les feuilles donnent beaucoup de gaz oxygène, lorsqu'elles sont exposées au soleil; cependant la destruction de ce gaz seroit plus considérable à l'ombre; cette observation, comme je l'ai dit, est moins frappante pour les herbes qui sont mieux éclairées; mais nous avons vu encore que les herbes se trouvoient aussi souvent dans l'ombre des corps opaques qui les environnent.

§ CXXXI.

Enfin, pour terminer cette recherche, il me

falloit connoître l'influence des végétaux sur l'air commun.

Pour y parvenir je pris des flacons fermant très-bien avec des bouchons usés à l'émeri, et contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, dans lesquels je mis séparément diverses plantes que je tins dans ma chambre à la température de 8°.

Aloë vera, elle produisit 2° d'acide carbonique, et absorba 5° de gaz oxygène; si l'acide carbonique avoit été produit aux dépens du gaz oxygène, il y en auroit eu une plus grande quantité, de sorte qu'on peut dire que cette plante a absorbé le gaz oxygène.

Crassula pultacea, elle a produit 2° d'acide carbonique et absorbé 6° de gaz oxygène.

Mesembryanthemum crassifolium a produit 3°$\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Je ne parlerai plus du gaz oxygène absorbé, parce que je veux sur-tout comparer l'acide carbonique produit dans l'air commun avec celui que ces plantes pourront produire dans les flacons contenant la même quantité de gaz hydrogène, où je les ai aussi placées, et tenues pendant le même temps à la même température.

Cacalia repens a produit 1° d'acide carbonique.

Aloe cœrulescens glauca spinis rubris a produit 3° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Aloe mitriformis a produit 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Cactus triangularis a produit 5° d'acide carbonique et absorbé 10° de gaz oxygène.

Cactus cochinilifer a produit 3° d'acide carbonique et 2° d'azote, il a absorbé 5° de gaz oxygène.

Voici à présent les résultats que ces plantes m'ont fourni dans les mêmes circonstances à tous égards, avec cette seule différence, que les flacons au lieu de contenir de l'air commun contenoient la même quantité de gaz hydrogène.

Aloe vera a produit 2° d'acide carbonique comme dans l'air commun.

Crassula pultacea a produit 5° d'acide carbonique et seulement 2° dans l'air commun.

Mesembryanthemum crassifolium a produit 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 5° $\frac{1}{2}$ dans l'air commun.

Cacalia repens a produit $\frac{1}{2}$ degré d'acide carbonique et 1° dans l'air commun.

Aloe cærulescens glauca a produit 4° d'acide carbonique et 5° $\frac{1}{2}$ dans l'air commun.

Aloe mitriformis a produit 6° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 2° $\frac{1}{2}$ dans l'air commun.

Cactus triangularis a produit 5° d'acide carbonique et la même quantité dans l'air commun; l'air ne s'étoit accru que d'un degré dans le gaz hydrogène et de 10° dans l'air commun.

Cactus cochinilifer a produit 7° d'acide carbonique et 3° dans l'air commun.

Il résulte de ces expériences que dans le *mesembryanthemum crassifolium*, et le *cacalia repens* l'acide carbonique produit dans l'air commun est plus abondant que dans le gaz hydrogène; mais que dans *l'aloe vera*, le *cærulescens glauca* l'acide carbonique est produit en égale quantité dans tous

les

les deux ; tandis que dans la *crassula pultacea*, l'*aloe mitriformis* et le *cactus cochilinifer* l'acide carbonique a été produit en plus grande quantité dans le gaz hydrogène que dans l'air commun, quoique toutes leurs circonstances fussent rigoureusement les mêmes.

§ CXXXII.

Il résulte de toutes les expériences de ce chapitre, 1° que les plantes vertes donnent du gaz oxygène en hiver, mais dans une quantité moindre que dans l'été.

2.° Que quelques plantes mises dans l'air commun au soleil, sous des vases clos, lui conservent sa pureté, tandis que d'autres l'altèrent et d'autres l'augmentent ; mais dans tous les cas il y a de l'acide carbonique produit.

3.° Le gaz oxygène produit au soleil dans l'air par les plantes que l'on y renferme et par celles qui en donnent dans ce cas, est quelquefois égal en volume à l'air qu'elles produisent sous l'eau ; il a été aussi quelquefois moindre ; mais en général la quantité de l'air produit sous l'eau n'est pas si supérieure à celle de l'air qu'elles produisent dans l'air commun qu'on l'avoit cru.

4.° Les feuilles sèches ne donnent point d'air sous l'eau au soleil, quand l'eau a été privée d'air avant l'expérience.

5.° Des feuilles dans l'eau privée d'air en donnent un peu, et il est meilleur que l'air commun.

6.° Les plantes donnent de l'azote sous l'eau.

7.° Les plantes au soleil donnent le gaz oxygène

sous l'eau et n'en donnent point à l'obscurité, mais elles absorbent le gaz oxygène dans l'air et fournissent quelquefois l'acide carbonique.

8.° Il paroîtroit par l'observation et le raisonnement que les plantes doivent plutôt gâter l'air que le purifier.

CHAPITRE IV.

De l'influence des eaux chargées d'acide carbonique pour faire produire du gaz oxygène aux plantes que l'on y tient plongées.

§ CXXXIII.

J'ai fait mes expériences précédentes dans l'air, dans l'eau, à la lumière et à l'obscurité; il me reste à en faire encore avec les eaux chargées d'acide carbonique. Senebier avoit découvert qu'elles étoient pour les plantes que l'on y tient plongées au soleil une source abondante de gaz oxygène. J'ai voulu aussi m'occuper comme lui de ces expériences, et je les ai faites par les moyens que j'ai employés précédemment; cependant comme ils étoient plus exacts que ceux de Senebier, et que ceux que l'on a pu avoir jusqu'à présent, ils m'ont fourni peut-être aussi des résultats plus exacts et plus précis.

§ CXXXIV.

Je voulus d'abord m'assurer que les plantes donnoient plus d'air au soleil sous les eaux chargées d'acide carbonique que sous l'eau commune, et que l'air produit par elles, dans le premier cas, étoit alors meilleur que dans le second.

Je mis sous deux récipiens égaux, mais dont l'eau qui remplissoit l'un d'eux étoit chargée d'acide carbonique, tandis que l'autre étoit seulement rempli avec l'eau de mon puits, des morceaux égaux du *cactus cochinilifer*; ils restèrent ainsi pendant sept heures exposés au soleil : c'étoit au mois d'avril.

L'air fourni par le *cactus* dans l'*eau acidulée* fut le double meilleur que l'air atmosphérique; il contenoit 6° d'acide carbonique.

L'air fourni par le *cactus* dans l'*eau de mon puit* ne fournit que la sixième partie de l'air donné par le *cactus* dans l'eau acidulée, et il ne fut qu'un peu meilleur que l'air commun.

Il résulte donc de cette expérience, que ce *cactus* exposé au soleil dans l'eau acidulée par l'acide carbonique, donne plus d'air que dans l'eau commune, et que l'air qu'il a fourni est beaucoup meilleur.

§ CXXXV.

Je suivis, dès ce moment, les phénomènes produits par l'acide carbonique dissous dans l'eau en exposant les plantes au soleil.

Dans ce but je pris trois récipiens égaux, j'en remplis un avec l'eau commune de mon puits, qui contient un peu d'acide carbonique, comme je l'ai dit, Mémoire I.er; je remplis le second avec cette eau privée de son acide carbonique par l'eau de chaux; je remplis enfin le troisième avec une eau chargée d'une forte quantité d'acide carbonique; j'introduisis sous chacun de ces récipiens quelques lames du *cactus cochinilifer*, et j'exposai ces trois récipiens au soleil pour observer les phénomènes qui s'offriroient à moi.

Après un petit nombre de minutes, la première plante qui commença à lâcher des bulles fut celle qui étoit dans l'eau acidulée; ces bulles, qui me parurent d'abord fort petites, s'accrurent toujours en diamètre avec une forme arrondie; mais je ne voyois point encore ces jets fins formés par une suite de petites bulles dont j'ai déjà parlé; après sept ou huit minutes, je vis s'échapper de deux points fixes de la lame du *cactus* des petites bulles qui sortoient et se succédoient à petits intervalles; je fis la même observation dans les deux autres récipiens. Outre cela, je remarquai dans l'eau du puits et dans cette eau privée de son acide carbonique de très-petites bulles d'abord attachées à la plante, et qui s'élevoient ensuite à la partie supérieure du récipient; de manière que la petite quantité d'air produite dans l'eau du puits et dans celle qui étoit privée d'acide carbonique, me parut dans ces deux derniers à-peu-près égale; mais la quantité d'air produite sous l'eau acidulée fut au moins triple, si elle ne fut pas quadruple de celle de ces deux-ci.

Après cela les bulles s'échappèrent avec plus de fréquence dans les trois récipiens, mais elles ne formèrent pas de jets continus.

Je remarquai quelques différences entre ces lames du *cactus*; celles qui étoient dans l'eau acidulée étoient couvertes de très-petites bulles, dont le nombre diminuoit; elles étoient en nombre bien plus petit sous l'eau du puits, et ce nombre étoit infiniment petit dans l'eau privée de l'acide carbonique; la quantité du produit de l'air dans ces trois récipiens

croissoit avec lenteur par l'augmentation des petites bulles qui s'échappoient des lames du *cactus*, et qui sortoient toujours de quelques points fixes de la lame. Ceci me fit croire que les lames placées dans l'eau acidulée avoient deux sources de l'air qu'elles rendoient, l'une intérieure et l'autre extérieure.

Il y avoit trois quarts d'heure que ces tubes étoient au soleil ; l'air produit par les lames du *cactus* qui étoient dans l'eau du puits me parut égal en volume à l'air produit par les lames de ce *cactus* mises dans l'eau privée de son acide carbonique; mais l'air produit par ces lames dans l'eau acidulée étoit au moins quintuple, et les bulles paroissoient toujours plus abondantes sur la surface des fragmens de cette plante; on voyoit de très-petites bulles et très-rares s'échapper de quelques points fixes hors des lames mises sous les deux autres récipiens, surtout sous celui qui étoit rempli par l'eau privée d'acide carbonique.

J'observai encore que les bulles sont aussi nombreuses sur la surface des lames du *cactus* que sur les parties coupées.

Il y avoit deux heures que ces récipiens étoient au soleil, la production de l'air resta la même, elle ne s'accéléra point; après la première demi-heure elle ne varia pas.

Au bout de trois heures il me sembla que la production de l'air diminua dans les trois récipiens, mais les phénomènes furent toujours les mêmes; enfin le soleil me manqua, et l'air produit dans l'eau acidulée fut au moins octuple de l'air produit sous les deux autres récipiens.

Au fond du vase, où étoit l'eau privée de son acide carbonique, je trouvai un précipité de carbonate calcaire qui pesoit 484,51 millimètres, ou 9 grains et $\frac{1}{8}$, et qui prouvoit la présence de l'acide carbonique dans l'eau, ou sa production par les fragmens du *cactus*.

§ CXXXVI.

Pour suivre la méthode que je me suis prescrite, je mis dans deux tubes, contenant chacun 49,54 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, un morceau semblable du *cactus cochinilifer*; un de ces tubes plongeoit dans l'eau chargée d'acide carbonique et l'autre dans l'eau de mon puits; je les exposai tous deux pendant trois heures au soleil.

L'air du tube plongé dans *l'eau du puits* fut augmenté par le *cactus* de 4° de gaz oxygène.

L'air du tube plongé dans *l'eau acidulée* fut augmenté de 7° de gaz oxygène, c'est-à-dire qu'il fournit 3° de plus de gaz oxygène.

§ CXXXVII.

Je répétai cette expérience en diminuant la quantité de l'air commun : je mis les morceaux du *cactus* dans 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, en laissant subsister toutes les autres conditions de l'expérience précédente avec l'eau chargée d'acide carbonique : ce tube resta exposé au soleil pendant huit heures; mais au lieu de varier l'eau je mis un morceau de ce *cactus* dans un tube parfaitement rempli d'eau.

Dans l'air du *premier tube* l'air commun fut amélioré de deux degrés.

Dans le *tube plein d'eau acidulée* le *cactus* fournit 9,90 centimètres cubes, ou un demi-pouce cube d'air qui contenoit 7° d'acide carbonique.

Je m'étonnai d'abord de cette production d'acide carbonique dans l'eau, puisqu'il devoit s'absorber dans l'eau de l'expérience; je trouvai pourtant que Ingenhouz, dans ses *expériences sur les végétaux*, T. II, pag. 271, avoit vu un fait analogue dans l'eau saturée d'acide carbonique, quoique le cas fût différent. Pendant, dit-il, que je mis une plante dans cette eau, elle commença à se couvrir de bulles d'air qui grossirent au soleil, j'en obtins beaucoup d'air, qui n'étoit que de l'air fixe.

§ CXXXVIII.

En considérant les expériences que je viens de rapporter, et toutes celles que j'ai faites sur les plantes plongées sous l'eau, et qui y donnent un air beaucoup meilleur que l'air commun, j'ai pourtant vu qu'elles ne donnoient dans l'air commun où on les plaçoit, qu'un air à-peu-près semblable à lui, et qu'elles ne le rendoient qu'un peu plus pur; ce qui arrive également dans les flacons bien fermés, et sous les vases fermés avec l'eau et communiquant avec elle. Je dois pourtant faire valoir davantage le second cas que le premier, parce qu'on peut dire que dans les flacons bien fermés l'air ne s'échappe pas aussi facilement des plantes.

Dans tous les cas où les plantes furent exposées dans l'air commun, on ne sauroit objecter que la chaleur fût trop vive, quoique j'aie observé que sous les récipiens elle fut de 6° plus haute qu'à l'air libre,

puisque dans mes expériences, elle ne s'est pas élevée au-dessus de 18°, et puisque les plantes dont je me suis servi supportent une chaleur bien plus grande sans en souffrir; d'ailleurs je ne leur ai pas vu troubler l'eau où elles étoient, et elles ne lui ont pas communiqué une mauvaise odeur.

Ingenhouz et Senebier ont bien trouvé l'acide carbonique mêlé avec l'air produit par les plantes plongées sous l'eau chargée d'acide carbonique; mais c'est moi qui l'ai découvert dans l'air commun où on les place.

§ CXXXIX.

D'après les idées de Senebier, l'acide carbonique passe de la terre dans les plantes par les racines; il arrive par les vaisseaux des plantes dans les feuilles, où il se décompose par la lumière et y donne le gaz oxygène.

J'ai d'abord pensé à chercher s'il y auroit quelqu'indice de cet acide carbonique dans les plantes. Je pris pour cela des feuilles fraîches du *cactus cochinilifer* qui donne beaucoup de gaz oxygène, je les exprimai dans l'eau de chaux, il en sortit une humeur visqueuse et transparente, qui se déposa au fond de l'eau sans troubler l'eau de chaux; le lendemain j'y versai de l'acide nitrique, qui n'y causa aucune effervescence; cependant une eau qui contenoit une petite quantité d'acide carbonique troubla l'eau de chaux et forma un petit dépôt qui donna l'acide carbonique lorsque j'y versai l'acide nitrique.

§ CXL.

Je fis une autre expérience, j'employai diverses eaux pour comparer leurs effets.

Je pris trois tubes égaux et semblables ; j'en remplis un d'eau commune, le second avec cette eau privée de son acide carbonique par l'eau de chaux, et le troisième avec l'eau de chaux, je fis passer sous chacun d'eux des quantités égales du *cactus cochinilifer ;* je fis encore la même suite d'expériences avec *l'aloe cœrulescens spinis rubris.*

Le *cactus cochinilifer* fut le premier qui commença de donner de l'air dans les coupures et sur sa surface supérieure; il y eut de l'air produit dans les trois tubes, et dans le même temps la bulle ovale, dans la partie supérieure du tube, eut les mêmes diamètres dans les trois tubes.

Je remarquai les mêmes phénomènes dans l'*aloe*, mais la bulle qu'il produisit ne fut que $\frac{1}{15}$ de celle du *cactus.*

Au bout d'une heure d'exposition au soleil, les feuilles continuèrent à donner de l'air dans les mêmes proportions pour les deux plantes; mais au bout de quatre heures l'air produit s'augmenta dans les six tubes, et il y eut la moitié moins d'air dans le tube où étoit le *cactus* que dans celui de l'*aloe.*

J'essayai cet air produit, que je trouvai le même pour sa nature dans les six tubes que celui de ces plantes, il contenoit la même quantité de gaz oxygène dans l'eau fournie par les plantes renfermées dans l'eau de chaux, que par celles qui étoient renfermées dans l'eau commune; de sorte que l'on ne voit pas que l'acide carbonique y ait influé.

§ CXLI.

Je tins ensuite, pendant quelque temps, des mor-

ceaux égaux du *cactus cochinilifer* au soleil, dans des volumes égaux d'eau fort chargée d'acide carbonique, c'est-à-dire, avec une eau qui contenoit un volume d'acide carbonique égal aú volume de l'eau elle-même; avec une eau qui en contenoit peu, et avec l'eau pure.

D'abord il se forma dans les trois tubes qui renfermoient ces eaux avec le morceau de *cactus*, une bulle qui fut égale dans tous les trois, je ne remarquai aucune différence.

Après quatre heures d'exposition à un soleil vraiment voilé par les nuages, je vis que ce *cactus* fournissoit peu d'air, et je passai à son examen.

Voici le résultat de l'expérience; dans le tube où étoit l'*eau pure*, comme dans celui où étoit l'eau *peu acidulée*. Il se forma des bulles égales, chacune d'elle avoit 9,02 millimètres, ou un tiers de pouce de diamètre, mais dans le tube où étoit l'eau fortement acidulée, la bulle n'eut que 6,77 millimètres, ou un quart de pouce de diamètre.

Je recueillis ensuite l'air des deux tubes qui contenoit *les eaux discrétement acidulées*, et je l'essayai; je trouvai qu'il contenoit 74° de gaz oxygène, 11° de gaz acide carbonique, et 11° de gaz azote; cet air fut meilleur que celui des eaux fortement acidulées.

Dans le tube qui contenoit l'*eau pure*, l'air que j'y trouvai contenoit une moindre quantité d'acide carbonique.

Il paroîtroit donc, par ces expériences, que l'eau trop fortement chargée d'acide carbonique nuit à

la production de l'air; que l'acide carbonique ne sert point à l'augmentation de la production de l'air, puis que le volume d'air produit dans l'eau commune et dans les eaux discrétement acidulées furent égaux et plus considérables que ceux des eaux fortement acidulées.

Je voulus ensuite exprimer sous l'eau les morceaux de l'aloë qui avoient été mis en expérience; mais j'y trouvai si peu d'air que je ne pus en faire l'essai : je ne fus pas plus heureux en me servant de la laitue pour en obtenir l'air qu'elle renfermait.

En comparant la quantité d'acide carbonique fourni par la plante qui étoit dans les eaux acidulées, avec celui qui fut rendu par la plante qui étoit dans l'eau pure, j'en retirai un rapport plus exact; parce que les tubes étant plus grands, les volumes de l'eau qu'ils renfermoient étoient plus considérables. Je trouvai 5° d'acide carbonique dans l'air produit par les feuilles qui étoient dans l'eau pure, et 11° dans l'air produit par la plante mise dans l'eau acidulée.

§ CXLII.

J'exposai à un très-beau soleil, dans deux tubes pleins de l'eau de mon puits, des fragmens de feuilles de *l'aloe cœrulescens glaucâ spinis rubris*; je mis de même de ces feuilles coupées sous deux autres remplis avec la même eau, privée de son acide carbonique par l'eau de chaux; je m'assurai qu'elle en était entièrement privée par un essai particulier, en y versant au bout de quelque temps de l'eau de chaux nouvelle, qui ne me parut point la troubler de nouveau pendant une heure et demie; ces tubes

furent alors exposés au soleil, et il ne parut pas qu'il y eût aucune différence dans la production de l'air.

Alors je remplis trois tubes avec l'eau de chaux, où je plaçai des fragmens du *cactus cochinilifer* parce que je n'avois plus d'*aloë*.

En observant ensuite l'*aloë* je remarquai de grosses bulles qui se détachoient de la plante et des filets d'air sortant de la section du *cactus* comme de l'épiderme, qui me semblèrent clairement s'échapper de l'intérieur de la plante; au moins en observant avec une loupe cet air qui jaillissoit, je vis que c'étoit une file de petites bulles sphériques, presqu'en contact les unes avec les autres et semblables aux globules du sang que l'on voit dans les grenouilles, lorsque le vaisseau où ils sont n'en peut contenir qu'un seul dans sa largeur. J'eus pendant trois-quarts d'heure quatre ou cinq de ces filets sous les yeux, et je les ai vus constamment jaillir depuis la plante jusques au sommet du tube.

Outre ces filets d'air constants, je remarquai dans d'autres parties de la feuille qu'il s'échappoit d'un point déterminé une petite bulle plus grande que les autres qui formoient les filets, et qui se suivoient toujours sans interruption jusqu'à ce que leur série fût interrompue par cette bulle plus grande que les précédentes.

Au bout de trois heures d'exposition au soleil, l'air dans les quatre tubes me parut offrir un volume égal, soit qu'ils eussent été remplis avec l'eau acidulée par l'acide carbonique, soit qu'ils eussent été remplis par l'eau privée de cet acide.

En examinant l'air produit dans l'*eau sans acide carbonique*, j'y trouvai 3° de cet acide, et la plus grande partie du reste étoit du gaz oxygène. J'examinai de même l'air produit dans l'*eau du puits*, j'y trouvai 2° ½ d'acide carbonique; la plus grande partie du reste étoit du gaz oxygène, mais j'y trouvai 8° de moins d'air.

Dans les tubes où étoit l'*eau de chaux*, il n'y eut que quelques bulles d'air.

Il résulte donc de ces expériences, que ce *cactus* donne autant d'air dans l'eau privée d'acide carbonique que dans celle qui n'en avoit point; mais cela n'est pas général, comme je le ferai voir bientôt.

On y voit encore que l'*aloë* et le *cactus* ont donné surtout l'air qu'ils produisirent dans la première et la seconde heure; on y remarque que cet air sort de l'intérieur, et qu'il se forme ou se rend sensible à l'extérieur; enfin cette émission se fait par jets liés, et par bulles interrompues.

§ CXLIII.

Je mis en expérience deux tiges de lavande *lavendula spica* dans deux flacons d'air commun; de manière que l'extrémité de la tige de la lavande de l'un d'eux plongeât dans l'eau pure, et celle de l'autre dans l'eau chargée d'acide carbonique; je les tins ainsi pendant douze heures dans ma chambre, et je fis ensuite l'essai de l'air.

La lavande qui avoit le pied dans l'*eau pure* détruisit 7° de gaz oxygène; la lavande qui avoit le pied dans l'eau *chargée d'acide carbonique* détruisit 9° d'acide carbonique, mais il faut dire que l'air

contenu dans ce second flacon avoit un volume double de celui du premier.

§ CXLIV.

Je fis la même expérience, de la même manière, au soleil, en observant que la partie de la tige de la lavande qui plongeoit dans l'eau d'une bouteille à col étroit fût sans feuilles ; elles y restèrent pendant une journée entière : c'étoit au mois de Mars.

La plante dont le pied plongeoit dans l'*eau commune* laissa l'air du flacon comme il étoit, sans aucune altération.

La plante dont le pied plongeoit dans l'*eau chargée d'acide carbonique*, et qui avoit toujours été dans les mêmes circonstances que la précédente, rendit l'air commun le double meilleur, ou contenant le double de gaz oxygène.

Je répétai cette curieuse expérience de la même manière, et j'eus le même résultat ; le gaz oxygène du flacon où étoit la lavande, dont le pied plongeoit dans *l'eau chargée d'acide carbonique*, s'étoit augmenté, et l'air du flacon où étoit la lavande, dont le pied plongeoit dans l'eau commune, resta précisément ce qu'il étoit.

§ CXLV.

J'exposai pendant toute une nuit un rameau de lavande dans un tube plein d'eau chargée d'acide carbonique ; je plaçai un autre rameau dans un tube rempli d'eau commune ; ils restèrent tous les deux au même lieu pendant le même temps à l'obscurité.

Le lendemain matin je ne trouvai pas un atome d'air dans ces deux tubes.

Je les exposai alors tous les deux au soleil, et aussitôt qu'ils en eurent reçu les rayons, ces deux rameaux de lavande donnèrent de l'air avec abondance.

Cette expérience démontre l'indispensable nécessité de la lumière pour la production de l'air que les plantes donnent, et la preuve sans réplique qu'elles n'en donnent point à l'obscurité.

§ CXLVI.

Après cela il me vint dans l'esprit de faire une autre expérience avec ces rameaux de lavande dont je viens de parler.

Je lavai bien le rameau qui m'avoit donné l'air à la lumière du soleil, après avoir été pendant une nuit et un jour dans l'eau chargée d'acide carbonique; je l'exprimai alors dans l'eau de chaux, pour voir si elle ne la troubleroit point, et je n'ai rien aperçu qui pût y faire remarquer le moindre changement. Je laissai ensuite reposer cette eau, il ne s'y forma aucun dépôt; j'y versai quelques gouttes d'acide nitrique, il n'y eut aucune effervescence; ce qui prouve qu'il n'y eut point de carbonate calcaire précipité, et qu'il n'étoit point sorti d'acide carbonique hors de la plante; au contraire, je versai de l'eau de chaux dans l'eau chargée d'acide carbonique dont je m'étois servi, elle se troubla; il se forma du carbonate calcaire, comme l'acide nitreux le prouva.

Cette expérience fait voir que la lavande, pendant tout le temps de son immersion dans l'eau chargée d'acide carbonique, n'a point pris de cet acide, et ne l'a pas fait passer au-dedans d'elle; de sorte que le gaz oxygène qu'elle a fourni à la lumière ne pro-

vient pas de la décomposition de l'acide carbonique circulant dans la plante ; mais de celui qui est incorporé dans l'eau, et que le contact de la plante décompose.

§ CXLVII.

Je répétai rigoureusement la même expérience avec le *cactus cochinilifer*, et j'eus rigoureusement encore les mêmes résultats à tous égards.

Ce qui confirme donc que l'acide carbonique se décompose à la surface de la plante, et non pas intérieurement, et que les feuilles différentes ont parconséquent la propriété d'en décomposer une quantité plus ou moins grande.

§ CXLVIII.

Je tins pendant une heure sous des tubes, dont chacun étoit plein de différentes eaux, la plante *cotyledon orbiculare* et *l'aloe disticha margaritifera ;* je mis des fragmens de chacune de ces plantes séparément dans un tube plein d'eau de chaux, dans d'autres pleins d'eau privée de son acide carbonique par cette eau de chaux, dans d'autres pleins de l'eau du puits.

L'*aloe* a formé dans les trois tubes *pleins d'eau de chaux* une bulle d'air qui étoit égale à chacune d'elles ; il y eut diverses places d'où l'air sortoit continuellement.

Le *cotyledon orbiculare* forma dans l'eau de chaux la bulle la plus petite ; mais elles furent égales dans l'eau privée de son acide carbonique et dans l'eau du puits. Il ne s'est point échappé de la plante cette série de bulles, ou ces jets d'air observés

dans l'*aloe*, toutes les bulles étoient adhérentes à la surface de la feuille, et elles ne s'élevoient à la cime du tube que lorsqu'elles étoient parvenues à une certaine grosseur.

Ces plantes, au bout de trois heures, ne sembloient presque plus donner d'air.

Le *cotyledon orbiculare* avoit donné dans l'*eau de puits* 4,95 centimètres cubes, ou un quart de pouce cube d'air, dans les deux autres, il n'en avoit donné que 3,30 centimètres cubes, ou un sixième de pouce.

L'*aloe margaritifera disticha* avoit fourni un quart de pouce cube dans les trois eaux, il contenoit dans chacune 73° de gaz oxygène, et il y en eut 4° de plus dans l'*eau commune*.

§ CXLIX.

J'exprimai l'air de la *crassula cotyledon* qui avoit été au soleil pendant quatre heures, je l'essayai, et je le trouvai le double meilleur que l'air commun; cependant la veille j'en avois exprimé l'air après que cette plante fut restée dans ma chambre, et j'en trouvai l'air semblable à l'air commun.

Il faut donc reconnoître que la lumière agit dans l'intérieur de la plante ou de la feuille, et qu'elle y concourt à la formation du gaz oxygène.

Cette crassule mise sous *l'eau commune* pendant quatre heures, m'avoit fourni un air qui contenoit 1° $\frac{3}{4}$ d'acide carbonique, et 69° de gaz oxygène : c'est de toutes les plantes que j'ai employées dans mes expériences, celle qui m'a fourni le plus de gaz oxygène et le moins d'acide carbonique.

§ CL.

Je soumis aux expériences suivantes le *sempervivum tectorum* pendant huit heures.

Je plaçai à *l'ombre*, dans ma chambre, sous un tube contenant 49,51 centimètres cubes, ou deux pouces et $\frac{1}{2}$ cubes d'air et à sec des feuilles de cette plante, elles y absorbèrent 8° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et y produisirent 7° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Je plaçai *au soleil*, dans un tube disposé comme le précédent et pendant le même temps, des feuilles de la même plante, il y eut 4° de gaz oxygène produit et 2° d'acide carbonique.

Je tins de même les feuilles de cette plante au soleil dans un tube plein *d'eau du puits*, et l'air qu'elles y produisirent fut de 4° meilleur que l'air commun.

Je mis encore de même ces feuilles dans deux tubes pleins *d'eau privée de son acide carbonique*, et j'obtins une quantité d'air égale à la précédente et d'une pureté aussi grande.

Enfin je plaçai de même des feuilles, pendant le même temps, dans *l'eau fort chargée d'acide carbonique* et renfermées dans un flacon fermant bien, que j'exposai au soleil pendant le même temps. J'essayai cet air, j'y trouvai 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air produit, il contenoit 49° d'acide carbonique, 49° d'azote, et 2° de gaz oxygène.

§ CLI.

En réfléchissant sur la troisième expérience du paragraphe précédent, il sembleroit que le gaz trouvé sur l'eau, qui étoit d'environ 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube, contenoit 60° de gaz oxygène,

ou le triple de celui qui est dans l'air commun ; mais l'air exprimé de la plante étoit précisément comme l'air commun ; de sorte que pour avoir un air semblable à l'air commun, il auroit fallu qu'il y eût dans celui-ci 240° d'azote, et par conséquent 300° ou 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes, au lieu de 19,81 centimètres cubes, ou d'un seul pouce que j'ai eu ; cependant, par l'expression, la plante n'a fourni que $\frac{1}{15}$ de cet air; d'où il résulte que cet air ne pouvoit pas être venu entièrement de l'intérieur de la plante.

Cet air ne pouvoit pas venir de l'acide carbonique, puisqu'il n'y en avoit point dans l'eau privée de son acide carbonique par l'eau de chaux. Faudra-t-il donc recourir à la décomposition de l'eau ?

§ CLII.

J'avois fait sur le trèfle une expérience semblable à celle du § CL, que j'avois exposé au soleil pendant sept heures dans un flacon bien fermé et rempli d'une eau fort chargée d'acide carbonique ; je trouvai dans l'air que je recueillis 66° d'acide carbonique, 29° d'azote et 5° de gaz oxygène.

§ CLIII.

Ces deux dernières expériences me rappelèrent que les eaux acidulées par l'acide carbonique perdent ce gaz, quand elles sont en contact avec l'air commun dans les vaisseaux clos, *Mémoire I*. Je pensai donc que cet acide carbonique étoit sorti de l'eau chargée d'acide carbonique ; parconséquent l'eau acidulée où avoient été le *sempervivum* et le trèfle avoit fourni cet acide carbonique, quoiqu'elle fut encore acidulée après cette évacuation de cet acide.

Je remplis alors parfaitement un flacon avec cette eau fortement chargée d'acide carbonique ; j'en remplis un autre où je laissai un voile d'air commun sur la surface de l'eau; je les exposai au soleil, renversés sur leurs bouchons, dans un vase où leurs cols plongeoient dans l'eau, et je les abandonnai pendant quelques heures.

Le résultat de cette expérience fut, que dans le flacon parfaitement plein, il n'y eut point de gaz produit; mais dans l'autre, sur l'eau duquel j'avois laissé comme un voile d'air, il se forma lentement une addition de gaz qui s'accroissoit lentement, et au bout de deux heures il y en eut 39,63 centimètres cubes, ou deux pouces cubes.

J'essayai cet air, et j'y trouvai 18° d'acide carbonique, 12° de gaz oxygène et le reste d'azote; ce gaz oxygène et cet azote préexistoient à l'expérience dans le voile d'air commun que j'avois laissé.

Voilà donc précisément ce qui arrive lorsqu'on met une plante dans un flacon plein d'eau fort chargée d'acide carbonique et bien fermé. La plante au soleil commence à donner du gaz oxygène, de l'azote et un peu d'acide carbonique; il se forme ainsi un voile d'air sur l'eau qui favorise l'émission de l'air; cet air s'accroît ensuite, et forme cette quantité d'air que j'ai observée dans ces deux expériences, et qui se trouve pour la plus grande partie, comme on l'a vu, être de l'acide carbonique.

Cet acide carbonique ne provient donc pas de la plante, mais de l'eau acidulée par cet acide.

§ CLIV.

Je plaçai dans des tubes pleins d'eau chargée d'acide carbonique des feuilles de figuier; au bout de deux heures d'un soleil bien beau, auquel elles furent exposées dans cette eau, elles donnèrent 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air, qui contenoit 3° ½ d'acide carbonique, 12° d'azote et 84° ½ de gaz oxygène.

J'exprimai ces feuilles sous l'eau de chaux, après les avoir lavées; mais l'eau de chaux ne se troubla point; cependant, comme l'eau avoit pris une teinte verte que le suc des feuilles lui avoit donnée, je la laissai se reposer, et l'acide nitrique que j'y versai ne laissa pas apercevoir un atome de carbonate calcaire; par conséquent la feuille bien lavée avant d'en exprimer le suc dans l'eau de chaux, ne contenoit ni intérieurement ni extérieurement de l'acide carbonique.

§ CLV.

J'avois mis pendant le même temps des feuilles de figuier dans l'air commun, où elles restèrent aussi deux heures au même soleil.

Cet air y resta parfaitement intact, il ne souffrit aucune espèce d'altération.

§ CLVI.

J'exposai au soleil des feuilles de figuier dans l'eau privée de son acide carbonique par l'eau de chaux, j'en mis de même dans l'eau de puits; les unes et les autres restèrent au soleil pendant huit heures.

Les feuilles de figuier qui étoient dans l'eau du puits donnèrent 9,90 centimètres cubes, ou un demi

pouce cube d'air, c'est-à-dire dans deux heures la moitié des précédentes dont j'ai parlé § CLIV.

Les feuilles qui étoient dans l'eau *privée d'acide carbonique* n'en ont donné que très-peu.

On voit ici comment le défaut d'acide carbonique dans l'eau influe sur la production de l'acide carbonique, et surtout sur celle du gaz oxygène ; peut-être que si les feuilles avoient été totalement privées d'acide carbonique dans leur intérieur, elles n'auroient point donné d'air dans l'eau privée d'acide carbonique; cependant le gaz oxygène s'est trouvé d'une égale pureté dans l'eau fort chargée d'acide carbonique, et dans l'eau du puits qui en contenoit peu relativement à celle-là.

§ CLVII.

Les comparaisons seules peuvent instruire, pour juger les causes par les effets et les effets par les causes; je voulus employer cette méthode dans cette recherche.

J'exposai au soleil pendant six heures quatre flacons bien fermés; chacun d'eux contenoit huit feuilles de framboisier ; le premier étoit rempli avec une eau qui contenoit au moins son volume d'acide carbonique ; le second, avec une eau qui n'en contenoit que la moitié; le troisième, avec une eau qui en contenoit un peu au-delà de celui qui étoit dans l'eau de mon puits ; le quatrième, avec l'eau de puits. Au bout de ces six heures je fis l'essai de l'air produit.

Je mesurai cet air dans un eudiomètre qui contenoit 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes

d'eau, divisés en centièmes, et je trouvai que le flacon qui étoit rempli avec *l'eau fortement chargée d'acide carbonique*, avoit produit les $\frac{48}{100}$ de cette mesure d'air, et que cet air contenoit 68° de gaz oxygène, 22° d'acide carbonique et 10° d'azote.

Dans le flacon dont l'eau étoit *chargée de la moitié de l'acide carbonique* contenu dans le précédent, je trouvai $\frac{88}{100}$ d'air produit, qui contenoit 85° de gaz oxygène, 5° d'acide carbonique et 10° d'azote.

Dans le flacon où étoit *l'eau un peu plus chargée d'acide carbonique que l'eau de puits*, il y eut $\frac{57}{100}$ d'air produit; il contenoit 82° de gaz oxygène, 5° d'acide carbonique et 15° d'azote.

Dans le flacon où étoit *l'eau de puits*, il y eut $\frac{16}{100}$ d'air produit, qui contenoit 46° de gaz oxygène, 2° d'acide carbonique et 22° d'azote.

Il résulte de ces expériences que dans l'eau qui ne contenoit *d'acide carbonique que la moitié de celle qui en contenoit son volume*, il y a eu 40° d'air de plus produit par les feuilles du framboisier, que dans cette eau la plus acidulée et qui contenoit le double d'acide carbonique; mais dans cette dernière eau les feuilles ont donné 32° d'air de plus; et le second flacon, qui ne contenoit que la moitié de l'acide carbonique du premier, a donné 72° d'air de plus que les feuilles de celui où étoit l'eau de puits.

Quant à *l'acide carbonique* il y en a eu 22° de plus dans l'eau fortement chargée de cet acide, 5° dans celle qui l'étoit à moitié et 3° dans celle qui l'étoit le moins.

Dans l'eau *fortement chargée d'acide carboni-*

que, il y a eu 68° de gaz oxygène, 85° dans celle qui l'étoit à moitié, 82° dans celle qui l'étoit le moins et 46° dans l'eau commune.

Il y a eu 10° d'azote dans *l'eau fort chargée d'acide carbonique*, 15° dans celle qui l'étoit le moins et 22° dans *l'eau commune*.

Il paroît de là, que lorsque l'eau est la plus chargée d'acide carbonique elle donne moins d'air que dans l'eau qui l'est médiocrement, et qu'il y a moins de gaz oxygène; que l'eau médiocrement acidulée donne plus d'acide carbonique que l'eau qui en est plus fortement chargée; mais ensuite l'acide carbonique diminue dans l'air rendu par la plante avec la diminution de la quantité de cet acide dans l'eau; enfin la quantité de l'air fourni par l'eau la plus chargée d'acide carbonique est bien plus considérable pourtant que celui qui est fourni par l'eau de puits.

Il résulte donc de cette expérience, comme des précédentes, que les feuilles dans l'eau qui contient un volume d'acide carbonique égal au sien donnent moins d'air que celles qui sont dans l'eau qui n'en contient que la moitié de son volume, et que la quantité d'acide carbonique produite dans la première eau est plus grande que dans la seconde, mais que la première donne beaucoup plus d'air que l'eau commune qui contient le moins d'acide carbonique.

§ CLVII.

Je répétai cette expérience sur la *violette jaune* et le *sempervivum tectorum*, en me servant toujours de flacons bien fermés.

Je mis huit feuilles de violette dans un flacon, que je remplis avec une eau chargée d'un volume

d'acide carbonique, au moins plus grand que le sien; j'en mis le même nombre dans un autre flacon rempli avec une eau qui ne contenoit que la moitié de cet acide; enfin je mis autant de feuilles dans un autre flacon rempli avec l'eau de mon puits. Le nombre des feuilles fut le même dans les trois flacons, et les feuilles étoient égales entr'elles comme dans la précédente expérience; les flacons ainsi disposés restèrent six heures au soleil.

Je me bornerai à donner ici la quantité des airs et d'acide carbonique produits, parce qu'on a vu que la quantité des airs produits est assez proportionnelle à celle du gaz oxygène, et parce que j'ai assez montré que l'on trouvoit aussi le gaz azote dans ces produits aériformes.

J'ai préparé des tubes de la même manière avec le *sempervivum tectorum*, et j'ai estimé les quantités d'air produit avec un endiomètre qui contenoit 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air, et qui se divise en centièmes de ces 3 pouces.

Les feuilles de la *violette jaune* dans *l'eau* la plus chargée *d'acide carbonique* ont donné $\frac{76}{100}$ d'air et 10° d'acide carbonique.

Ces feuilles dans l'eau qui ne contenoit que la moitié de l'acide carbonique de la précédente en ont donné $\frac{43}{100}$; je n'ai pas cherché l'acide carbonique.

Ces feuilles dans *l'eau commune* donnèrent $\frac{10}{100}$ d'air.

Le *sempervivum tectorum* dans *l'eau la plus chargée d'acide carbonique*, a donné $\frac{70}{100}$ d'air, dont il y avoit $\frac{26}{100}$ d'acide carbonique.

Dans l'eau *à moitié chargée d'acide carbonique* il

y eut $\frac{11}{100}$ d'air produit, dont 7 étoit d'acide carbonique.

Dans l'eau *commune* il n'y eut que $\frac{10}{100}$ d'air, je ne cherchai pas l'acide carbonique.

§ CLVIII.

Je répétai cette expérience du *sempervivum tectorum* dans un flacon rempli avec l'eau la plus chargée d'acide carbonique, et je le laissai exposé au soleil pendant huit heures ; je voulois examiner l'air produit avec plus de soin en suivant les mêmes procédés.

J'eus 39,63 centimètres cubes, ou deux pouces cubes d'air produit, il contenoit 2° de gaz oxygène, 49° d'acide carbonique et 49° d'azote.

On a vu précédemment, que j'ai eu un résultat semblable.

§ CLIX.

Enfin, je répétai encore ces expériences de la même manière avec l'eau la plus chargée d'acide carbonique ; les flacons furent exposés au soleil pendant 5 heures.

Huit feuilles de *violette jaune* me donnèrent 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air, qui contenoit 42° d'acide carbonique, 23° de gaz oxygène, et 35° d'azote.

Des morceaux de l'*aloe cœrulescens spinis rubris*, a produit un air qui contenoit 38° d'acide carbonique, 42° de gaz oxygène et 20° d'azote

Des feuilles du *framboisier* ont produit un air contenant 42° d'acide carbonique, 48° de gaz oxygène, et 12° d'azote.

Quelques morceaux *d'aloë commun* exposés sous

la même eau au soleil pendant 6 *heures* dans un flacon fermé, ont produit 68° d'acide carbonique, 10° de gaz oxygène et 22° d'azote.

Quelques morceaux de *l'aloe verrucosa disticha* exposés au soleil dans la même eau pendant 6 heures, ont donné 64° d'acide carbonique, 10° de gaz oxygène et 26° d'azote.

Ces deux dernières expériences comparées avec les trois premières montrent clairement, que l'augmentation du séjour des plantes dans l'eau fortement acidulée avec l'acide carbonique, augmente la quantité de l'acide carbonique produit, et diminue la quantité du gaz oxygène.

§ CLX.

Je conservai l'eau chargée d'acide carbonique qui m'avoit servi dans les expériences précédentes; j'en avois 4 flacons que je remplis complétement, et j'y renfermai avec soin de nouvelles plantes, que j'exposai comme celles dont j'ai parlé pendant trois heures au soleil.

Les feuilles du *citronnier* y produisirent un air contenant 81° de gaz oxygène, 14° d'acide carbonique et 5° d'azote.

Les feuilles du *chou* y produisirent un air contenant 6° d'acide carbonique, 90° de gaz oxygène et 4° d'azote.

Les feuilles de la *beta vulgaris* produisirent un air contenant 10° d'acide carbonique, 75° de gaz oxygène et 15° d'azote.

Les feuilles du *pêcher* produisirent au bout de 7 heures d'exposition au soleil un air contenant

9° ½ d'acide carbonique, 75° ½ de gaz oxygène et 15° d'azote.

§ CLXXI.

J'entrepris des expériences d'un autre genre, mais dans les mêmes vues.

Je mis dans deux tubes contenant 178,55 centimètres cubes, ou 9 pouces cubes d'air commun un rameau de pavot dans chacun des tubes; ces rameaux étoient égaux entr'eux; mais l'un deux avoit son pied dans l'eau de chaux et l'autre dans l'eau du puits; l'eau s'élevoit dans chacun des tubes à 1,62 décimètre, ou 6 pouces de hauteur, je les exposai ainsi au soleil.

Au bout de trois heures je vis que les feuilles souffroient et je pensai à en essayer l'air; j'avois déjà remarqué que l'eau de chaux s'étoit élevée dans son tube, tandis qu'elle étoit restée au même niveau dans l'eau du puits; quoique je les eusse ramenées à leur première température. Alors j'en essayai l'air.

Dans le tube où étoit *l'eau du puits*, il y eut 7° de gaz oxygène absorbé et 5° ½ d'acide carbonique produit.

Dans le tube où étoit *l'eau de chaux*, l'air resta dans son état naturel sans aucune altération.

En comparant ces deux expériences, on voit que la plante qui étoit dans le tube où étoit l'eau de chaux avoit éprouvé une absorption de ⅕ de pouce; par conséquent l'eau de chaux en avoit absorbé l'acide carbonique, et il n'a pas paru dans l'air qui recouvroit l'eau, tandis qu'il y a eu de l'acide carbonique produit dans l'air de l'autre tube.

Une heure après cette expérience, je mis à l'obscurité de la même manière et dans un tube semblable rempli jusques à 1,62 décimètre, ou 6 pouces de hauteur avec l'eau de chaux une tige de pavot, deux heures après le volume de l'air étoit resté le même, il y eut 2° de gaz oxygène absorbé; mais je m'aperçus qu'au lieu d'un pavot j'avois mis une branche de rosier.

§ CLXII.

Cette erreur me fit faire des expériences avec le rosier.

Je pris quatre tubes, je mis dans chacun un rameau de *rosier*, je remplis l'un d'eux avec l'eau du puits, et les trois autres avec cette eau privée de son acide carbonique par l'eau de chaux; je les exposai ainsi au soleil pendant 3 heures et $\frac{1}{2}$.

Dans le tube plein *d'eau de puits*, il y eut 6,60 centimètres cubes, ou un tiers de pouce d'air produit.

Dans les tubes, où étoit *l'eau privée de son acide carbonique*, il n'y eut point d'air produit.

J'exposai de même au soleil pendant le même temps de la *marjolaine commune*.

Dans *l'eau du puits*, il y eut 3,50 centimètres cubes, ou un sixième de pouce d'air produit qui étoit très-pur.

Dans *l'eau privée d'acide carbonique*, il y eut 3,96 centimètres cubes, ou un cinquième de pouce d'air produit.

L'eau privée d'acide carbonique étoit la même dans les deux cas; les résultats de feuilles de rosier cadrent fort bien avec ce que Senebier a observé;

mais il n'en est pas de même de la marjolaine, il faut dire aussi que les feuilles du rosier donnent peu d'air.

J'ai bien vu que les bulles d'air se manifestent sur les feuilles dans l'eau pure comme dans l'eau privée d'acide carbonique, qu'elles y restent quelquefois de même attachées pendant un temps assez long aux parties vertes.

Que dire donc de cette contrariété dans les phénomènes? dirai-je que l'air formé dans l'eau privée d'acide carbonique par l'eau de chaux n'en a pas été entièrement privée? Cependant mon eau de chaux étoit excellente, et lorsque j'ai vu que l'eau de chaux versée dans l'eau commune cessoit de la troubler, et n'y formoit plus de précipité calcaire, j'ai pensé qu'il n'y avoit plus d'acide carbonique. Pensera-t-on plutôt, que quelques plantes ont le pouvoir de décomposer l'eau simple; mais l'on verra par les expériences que j'ai faites, que l'air se produit en volumes égaux dans l'eau privée d'acide carbonique et dans celle qui en a : cependant dans tous ces cas les tubes comme les vases où ils reposent étoient remplis avec la même espèce d'eau.

§ CLXIII.

La *matière verte* dont j'ai parlé donne autant d'air dans l'eau contenant l'acide carbonique que dans celle qui en est privée, et l'air produit est également bon dans les deux cas.

§ CLXIV.

Cette *matière verte* n'a point donné d'air dans l'eau de chaux, où elle est complétement abîmée,

elle y blanchit ; je la remis néanmoins au soleil dans l'eau commune après l'avoir bien lavée, mais elle n'y donna point d'air.

§ CLXV.

Les feuilles du *haricot* et celles *d'hyacinthe* donnent dans l'eau privée d'acide carbonique le quart de l'air qu'elles donnent dans l'eau du puits.

Les feuilles du *jujubier* et du *persil* ont donné huit fois plus d'air dans l'eau du puits que dans l'eau privée d'acide carbonique.

Les feuilles du *pécher* ont donné dans l'eau pure pendant le même temps le double de l'air qu'elles ont donné dans l'eau privée d'acide carbonique ; elles en fournissent un peu dans l'eau de chaux ; mais dans tous les cas la quantité est très-petite ; je n'en ai pas eu assez pour essayer l'air qu'elles ont fourni.

§ CLXVI.

Après toutes ces expériences variées de tant de manières, je voulus essayer ce que l'eau distillée produiroit sur les plantes.

J'exposai au soleil pendant huit heures le *sempervivum tectorum* dans l'eau distillée et dans l'eau de mon puits.

J'eus dans toutes les deux une quantité d'air égale par son volume et sa pureté.

Je fis cette même expérience sur les feuilles du *framboisier rubus idœus* ; l'air produit dans les deux eaux fut égal en bonté ; mais le volume de l'air produit dans l'eau du puits fut triple.

Deux feuilles *d'alcœa* mises dans 59,45 centimètres cubes, ou 5 pouces cubes *d'air commun* et exposées

au soleil pendant 6 heures détruisirent 1° de gaz oxygène et produisirent 3° d'acide carbonique.

Deux feuilles de cette plante mises dans *l'eau du puits* pendant 6 heures produisirent 5° d'air qui furent presque en totalité du gaz oxygène.

Deux feuilles de cette plante mises dans *l'eau distillée* ne donnèrent qu'une quantité d'air infiniment petite, qui me parut du gaz oxygène très-pur. Tandis que dans l'eau du puits les feuilles se couvrirent de bulles d'air; je n'en vis point dans l'eau distillée.

Une feuille de *citronnier* exposée au soleil pendant 6 heures dans *l'eau du puits* donna un volume d'air quinze fois plus grand qu'une feuille semblable exposée de la même manière dans *l'eau distillée*.

Il résulte clairement de ces expériences, que la quantité de l'air produit par quelques plantes exposées au soleil sous l'eau distillée y est considérablement diminuée.

§ CLXVII.

J'avois fait ces dernières expériences à Pavie avec les eaux que j'y avois à ma disposition; aussi je profitai de mon séjour à Scandiano, où je trouvai d'autres eaux pour répéter encore quelques-unes de ces expériences.

On a vu que les eaux dont je me suis servi à Pavie précipitoient un peu plus de 26,54 milligrammes, ou d'un demi-grain de carbonate calcaire, lorsqu'on les mêloit avec l'eau de chaux par pouce cube, § Mémoire I, et qu'elles donnoient au soleil du gaz azote dans les vases clos, § Mémoire II.

L'eau

L'eau du Trevisaro me parut donner aussi un peu moins de 26,54 milligrammes, ou d'un demi-grain de carbonate calcaire par pouce cube avec l'eau de chaux, et elle fournit moins d'air au soleil dans les vases clos; cet air étoit encore moins impur; il contenoit un peu de gaz oxygène, mais le reste étoit aussi de l'azote: cependant l'eau de mon puits comme je l'ai remarqué ne donnoit point d'acide carbonique au soleil dans les vases qui en étoient pleins lorsque je les y exposai; mais l'eau du Trevisaro filtrée, parce qu'elle est un peu bourbeuse, ne donna point d'air au soleil, pas une seule bulle.

§ CLXVIII.

Après cet examen qui étoit indispensable, j'employai cette eau du canal à mes expériences, et il étoit vraiment curieux de l'employer ainsi, parce qu'elle ne donnoit aucun air au soleil.

J'exposai donc au soleil sous un tube rempli de cette eau sept feuilles du *sempervivum tectorum*; au bout d'un quart d'heure il s'échappa d'une de ces feuilles, dont la base se rompit, un filet d'air qui s'élança au sommet du vase, il étoit formé par une suite de petites bulles d'un diamètre égal, qui sembloient se toucher, et qui ne discontinuèrent pas de se suivre; elles arrivoient à une feuille supérieure, où elles s'arrêtoient, et où elles formèrent une bulle qui s'augmenta peu-à-peu; ce jet d'air dura 25 minutes et la bulle qui en résulta avoit 5,61 millimètres, ou 2 lignes $\frac{1}{2}$ de diamètre. Je vis encore çà et là des espèces de jets intermittens sur les feuilles; ils étoient composés de 2 ou 3 petites bulles sortant

à la fois hors de l'épiderme des feuilles; ils s'arrêtoient un moment pour reparoître un moment après.

Je ne vis ni dans l'intérieur du tube, ni sur la soucoupe pleine d'eau qui le portoit aucune bulle d'air; aussi les feuilles du *sempervivum tectorum* donnèrent non-seulement l'air qui leur étoit propre, mais encore celui qui étoit contenu dans l'eau du tube où elles étoient placées.

Au bout d'une demi-heure, la base rompue d'une feuille du *sempervivum tectorum* donna dans cette eau du Trevisaro que j'avois privée de son acide carbonique un nouveau jet qui produisit une bulle de 1,12 centimètres, ou 5 lignes.

Cette eau du canal privée d'air me fit pourtant recueillir au bout de 3 heures d'exposition au soleil une quantité d'air produit par le *sempervivum tectorum* qui contenoit 12 ou 13° d'acide carbonique, 72° de gaz oxygène et 14° d'azote.

Cette expérience prouve bien que l'air vient de l'intérieur de la plante, que cet acide carbonique en sort, qu'il n'est pas celui de l'eau qui en avoit été privée, et que l'azote ne sauroit non plus venir de l'eau, puisque cette eau n'en avoit point donné au soleil.

§ CLXIX.

J'avois dit en racontant l'expérience précédente, que le *sempervivum tectorum* avoit donné 12 ou 13° d'acide carbonique avec les gaz oxygène et azote; je voulus répéter l'expérience avec la même plante; mais je voulus aussi m'assurer, si l'eau avoit été bien privée de son acide carbonique, parce que j'ai dit

qu'elle en étoit vraiment privée et je le croyois, parce que j'y avois versé de l'eau de chaux, jusques à ce qu'elle ne se troublât plus ; cependant je me suis bien trompé.

Je pris une petite quantité de cette eau que j'avois cru privée de son acide carbonique ; j'y versai de la nouvelle eau de chaux qui la troubla au bout de quelque temps, et qui y produisit un précipité sensible de carbonate calcaire ; je remis donc de la nouvelle eau de chaux dans le grand vase d'où j'avois tiré la petite quantité que je venois d'éprouver ; je recommençai la même opération dans le petit, et j'y retrouvai encore de l'acide carbonique ; ce qui me fit comprendre que je n'avois jamais privé entièrement d'acide carbonique les eaux que j'en avois vu entièrement privées par ce procédé.

Cependant je voulois savoir, avec sûreté, si les plantes dans l'eau parfaitement privé d'acide carbonique en donneroient encore. Je fis donc bouillir de l'eau du puits pendant une heure et demie; quand elle fut refroidie, j'y versai de l'eau de chaux à deux ou trois reprises, je n'y aperçus alors aucun changement, et je m'assurai de cette manière que cette eau ne contenoit point d'acide carbonique.

Je remplis avec cette eau deux flacons fermants très-bien avec un bouchon usé à l'émeri ; j'y introduisis du *sempervivum tectorum*, et je l'exposai là pendant 3 heures au soleil.

Dans un des flacons, il n'y eut point d'air produit, et dans l'autre il y en eut 39,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes. Quelle fut la cause de cette différence?

Je ne saurois le dire, puisque les deux flacons avoient été également bien fermés, également exposés au soleil dans la même eau bouillie et tirée du même vase, où elle avoit été bouillie.

Quoiqu'il en soit, j'essayai cet air produit, et j'y trouvai 5° d'acide carbonique, 82° de gaz oxygène et 13° d'azote.

Il faut donc conclure ici que cet air peut être un produit de l'acide carbonique contenu dans la plante, qui devient gazeux et se décompose à la lumière; il faut pourtant observer encore qu'il y a eu du gaz azote produit.

§ CLXX.

Je fis bouillir pendant trois quarts d'heure l'eau de mon puits; lorsqu'elle fut refroidie, j'en remplis un tube, où je fis entrer quatre feuilles de la *violette jaune*; j'en mis quatre autres semblables dans un tube rempli avec l'eau de mon puits qui n'avoit pas été bouillie, je les exposai ainsi au soleil pendant 4 heures et demie.

Dans le flacon contenant *l'eau du puits naturelle*, l'air produit par les feuilles fut septuple de l'air produit dans le tube où *étoit l'eau bouillie.*

Il paroît donc que l'eau bouillie n'a pas empêché toute production d'air, mais que cette production y a été bien diminuée.

§ CLXXI.

Je fis pendant le même temps cette expérience avec les feuilles du *sempervivum tectorum*; j'en mis 8 feuilles sous un tube contenant l'eau naturelle de mon puits; j'en mis 8 autres feuilles dans un tube

égal contenant l'eau bouillie, je les exposai ainsi au soleil pendant 4 heures $\frac{1}{2}$.

Je variai cependant l'expérience; je rompis sous l'eau une de ces feuilles, j'en vis sortir immédiatement des bulles d'air qui n'étoient pas très-petites, elles étoient à l'endroit de la rupture; je vis même qu'en pressant la feuille à l'endroit où la feuille avoit été rompue, il en sortit de nouvelles bulles qui étoient encore plus nombreuses.

Qu'arrivera-t-il donc, lorsque ces feuilles auront cessé de donner de l'air sous l'eau? Je fis cette expérience dans l'eau du canal, privée de son acide carbonique par l'eau de chaux, dans l'eau bouillie et dans l'eau du puits.

Eh bien, les bulles d'air sortirent à la rupture de la feuille; elles sortirent de même par la compression.

Il est donc clair encore que l'air qui s'échappe des plantes au soleil ne vient pas de leur extérieur; mais qu'il sort de l'intérieur de la plante, et qu'il traverse leur épiderme pour s'en détacher. Il faut donc convenir qu'il se forme, ou par l'acide carbonique qui se décompose, ou par la décomposition de l'eau qui pénétre la plante.

Je me suis assuré que l'eau du canal dont je me suis servi dans cette expérience contient moins d'acide carbonique que l'eau du Trevisaro, et par conséquent qu'il y en a encore moins dans la première que dans l'eau du puits.

§ CLXXII.

Je mis pendant 2 heures $\frac{1}{2}$ au soleil, dans un flacon bien fermé, contenant 99,08 centimètres cubes, ou

5 pouces cubes de l'eau de mon puits qui le remplissoit, 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube de feuilles de choux, quand elles eurent donné 4,95 centimètres cubes, ou un quart de pouce cube d'air, j'en retirai l'eau, sur laquelle je versai 59,45 centimètres cubes, ou 5 pouces cubes d'eau de chaux pour en précipiter tout l'acide carbonique. Ensuite je remplis le flaçon où les feuilles de choux étoient restées avec l'eau du puits et je versai de cette eau nouvelle avec laquelle j'avois rempli le flacon dans un autre vase, où je mêlai la même quantité d'eau de chaux que dans l'eau précédente; enfin quand le précipité fut bien formé, je décantai l'eau, je séchai bien le carbonate calcaire des deux vases, je les pesai et je trouvai que le carbonate des deux vases avoit le même poids.

Ce qui prouve que dans ces 2 heures $\frac{1}{2}$, il n'y a pas eu la moindre perte d'acide carbonique, et par conséquent qu'il n'y a point eu d'acide carbonique décomposé par la lumière pour produire le gaz oxygène fourni par la plante.

J'ai répété rigoureusement la même expérience avec le *sempervivum tectorum*, et j'ai eu le même résultat.

§ CLXXIII.

J'ai fait voir que les feuilles du *sempervivum tectorum* contenoient encore de l'air quand elles cessoient d'en donner sous l'eau, § CLXXI, puisqu'elles en fournirent sous l'eau par la compression autant qu'auparavant; ce qui prouveroit pourtant que l'air produit sous l'eau par les plantes y arrive par l'intérieur, ou s'y prépare.

Je fis cette expérience sur les feuilles du *framboisier*, du *choux*, de la *violette jaune* et du *sempervivum tectorum* que j'avois tenues pendant 7 heures sous l'eau de mon puits au soleil, alors je les exprimai sous l'eau.

Je commençai par les feuilles *de choux* qui me donnèrent 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air; il sortit alors de partout, mais surtout de la rupture des côtes.

J'en tirai de même des feuilles de *violette*; mais il sortit encore des côtes, et surtout des plus grosses.

Il en fut de même des feuilles du *framboisier* et en particulier du *sempervivum tectorum* qui en donna beaucoup.

§ CLXXIV.

Je mis des feuilles de *vigne*, de *pêcher*, de *framboisier* au soleil sous l'eau de mon puits, jusques à ce qu'elles eussent fourni tout l'air qu'elles pouvoient donner; elles en produisirent beaucoup, surtout celles des deux dernières.

Je pris 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube de l'eau de ces trois tubes, je versai sur chacun 59,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'eau de chaux, quand le carbonate calcaire fut précipité, j'obtins après la dessication environ 16,54 milligrammes, ou $\frac{1}{2}$ grain de carbonate calcaire, c'est-à-dire la quantité elle même produite par l'eau du puits.

Il reste donc confirmé que le gaz oxygène produit par ces plantes provient de leur intérieur sans être produit par l'acide carbonique fourni par l'eau où elles étoient; mais il faut remarquer que ces trois

plantes dans l'eau privée de son acide carbonique y donnent beaucoup moins de gaz oxygène.

§ CLXXV.

Sans rechercher précisément les sources de cet air produit par les feuilles exposées sous l'eau au soleil, voici quelques inductions tirées de mes expériences.

J'avois eu des feuilles de choux restées tout le jour sous l'eau au soleil; je n'en eus que peu d'air, mais j'en fis l'analise, je n'y trouvai pas beaucoup plus de gaz oxygène que dans l'air commun; cependant ces feuilles avoient été exposées dans l'air clos au soleil, où elles avoient absorbé une partie du gaz oxygène qui y étoit, ces feuilles sous l'eau rendirent pourtant cet air plus pur.

Les plantes en passant donc d'un état naturel à un état qui ne l'est pas y donnent de l'air plus pur, et elles le gâtent lorsqu'elles sont dans l'air; ce qui pourroit faire croire que l'air pur ne provient pas de la plante, mais qu'il s'engendre par la décomposition de l'eau qui touche les feuilles, comme je l'avois déjà remarqué.

§ CLXXVI.

Les feuilles de *l'aloë disticha* enfermées dans des flacons bien fermés contenant 49,54 centimètres cubes, ou 2 pouces ½ cubes *d'air commun* pendant un jour laissèrent l'air commun intact.

Dans la même quantité d'air où elles éprouvèrent la chaleur pendant le même temps solaire à *l'ombre*, il y eut 8° de gaz oxygène absorbé et 8° d'acide carbonique produit.

Dans la même quantité de *gaz hydrogène* pendant le même temps à l'ombre, les feuilles le laissèrent intact.

Dans *l'eau* elles produisirent de l'air un tiers meilleur que l'air commun.

Pourquoi donc *l'aloë* ne donne-t-il point d'acide carbonique dans l'air au soleil et en donne-t-il à l'ombre? Pourquoi laisse-t-il au soleil l'air intact et donne-t-il un air meilleur sous l'eau.

Suivant Senebier le gaz oxygène rendu par les plantes exposées sous l'eau au soleil n'est que l'acide carbonique décomposé dans le parenchyme des plantes par l'action de la lumière, aussi dès que la plante est à l'ombre elle donne l'acide carbonique; cependant alors on n'auroit pas l'acide carbonique aux dépens de l'oxygène atmosphérique, et l'air n'auroit pas perdu son oxygène.

Quand à l'autre question qui roule sur l'air pur donné dans l'eau, tandis qu'il n'y en a point de produit dans l'air clos, il en résulte seulement que l'eau est une condition pour avoir cet air que la plante ne donneroit pas autrement.

§ CLXXVII.

Il résulte de ces expériences, 1.° que la plupart des plantes donnent plus d'air au soleil sous l'eau chargée d'acide carbonique que sous l'eau commune.

2.° Que les plantes dont les tiges plongent dans l'eau chargée d'acide carbonique donnent plus de gaz oxygène dans l'air au soleil qu'une plante dont la tige plongeroit dans l'eau commune, et surtout dans une eau privée d'acide carbonique.

3.° Qu'il y a des plantes qui demandent seulement une certaine quantité d'acide carbonique dans l'eau pour y donner au soleil beaucoup de gaz oxygène et qu'une trop grande quantité d'acide carbonique dans l'eau nuit à la production du gaz oxygène.

4.° Les plantes mises à l'obscurité dans l'eau chargée d'acide carbonique n'y donnent point d'air; mais elles en donnent d'abord après quand elles sont exposées au soleil.

5.° Le suc d'une plante qui a passé la nuit dans l'eau chargée d'acide carbonique ne trouble pas l'eau de chaux.

6.° Une plante qui a été au soleil donne sous l'eau de l'air meilleur que l'air commun.

7.° L'acide carbonique qui est dans l'air produit par les plantes exposées sous l'eau au soleil est en partie produit par l'eau; mais les plantes en donnent aussi dans les gaz hydrogène et azote.

8.° Les plantes exposées sous l'eau au soleil donnent assez d'azote.

9.° La quantité de l'air produit par les plantes au soleil dans les eaux distillées et bouillies est moindre que celle qu'elles y fournissent dans les eaux chargées d'acide carbonique; il y en a qui ne donnent point d'air dans les premières.

10.° L'eau chargée d'acide carbonique donne la même quantité d'acide carbonique après l'émission du gaz oxygène qu'avant.

11.° Il y a des plantes qui donnent au soleil le gaz oxygène dans les eaux privées d'acide carbonique et même dans l'eau de chaux, mais il y en a

d'autres qui n'y en donnent point ou infiniment peu.

12.° On retrouve dans l'eau chargée d'acide carbonique où l'on a exposé des plantes au soleil la même quantité d'acide carbonique qu'il y en avoit auparavant.

CHAPITRE V.

Des fleurs exposées au soleil dans l'air et sous l'eau.

§ CLXXVIII.

Après m'être occupé des feuilles et des parties vertes des plantes, il étoit naturel de faire sur les fleurs des recherches analogues à celles que je viens de raconter; la diversité des couleurs dans cette belle production des plantes, leurs odeurs pouvoient aisément faire soupçonner que les fleurs produiroient des effets particuliers sur l'air, et qu'elles devoient en même temps être soumise à une influence spéciale de la lumière, qui pourroit se manifester dans des expériences semblables à celles que j'ai faites jusques à présent; je devois d'autant moins négliger de les faire, que Ingenhouz et Senebier en avoient déjà entrepris quelques-unes sur ce sujet.

§ CLXXIX.

J'avois des *fleurs du lys* appelé de St. Antoine, j'entrepris de faire quelques expériences sur leurs pétales. J'en plongeai sous l'eau, où je les agitai et j'en vis sortir des bulles, qui partoient de leur intérieur, et qui continuèrent à s'en échapper; je comprimai ces pétales légérement, et j'en vis sortir un

plus grand nombre de bulles, qui s'élançoient surtout de la moitié de la pointe du pétale, où se termine la petite côte. Je vis encore que la pression sur les bords du pétale, dans le voisinage de sa pointe faisoit rouler un plus grand nombre de bulles entre les deux épidermes, qu'elles s'approchoient ainsi de la côte, où elles s'échappoient. Je coupai alors transversalement un pétale je le vis formé par deux membranes, qui n'étoient point assez adhérentes entr'elles pour empêcher leur séparation; il m'a paru que l'air se logeoit entr'elles.

§ CLXXX.

Je mis les pétales d'un de ces lys sous l'eau au soleil pendant 4 heures $\frac{1}{2}$, ils donnèrent très-peu d'air, et il n'y avoit point de gaz oxygène.

J'avois trouvé que les pétales du *lilium candidum* plongés sous l'eau et mis au soleil avoient donné 10° d'acide carbonique et 90° d'azote: quelle a été la source de celui-ci? J'ai pensé qu'il sortoit de ces pétales, puisque j'ai vu l'air s'en échapper par la compression sous l'eau.

J'avois trois lys fleuris, je les comprimai sous l'eau; j'en recueillis l'air, et quand j'en eus fait l'essai, je trouvai qu'il y en avoit un cinquième qui étoit le gaz oxygène mêlé avec un peu d'acide carbonique, et le reste étoit presqu'entièrement de l'azote.

Je mis deux fleurs du même lys à un beau soleil sous l'eau pour suivre les phénomènes qui pourroient s'offrir à moi. Il y parut des petites bulles sur les deux surfaces, elles s'accrurent peu-à-peu avant de se détacher; à l'extrémité de la côte de quelques pé-

tales, on voyoit la petite bulle qu'on en fait sortir par une légère compression : au bout d'une demi-heure, ces pétales me parurent bien conservés.

Il est donc bien prouvé qu'il s'échappe de l'air au travers des pores des pétales.

Pendant huit heures, trois lys sans leurs parties sexuelles donnèrent sous l'eau 9,90 centimètres cubes, ou un demi-pouce cube d'air, qui contenoit 8° d'acide carbonique, 25° d'azote et 10° de gaz oxygène.

§ CLXXXI.

Les bulles d'air qui paroîssent au sommet des vases pleins d'eau, où l'on expose au soleil les fleurs du lys sont un produit de la macération dans l'eau qui s'est réchauffée.

Je mis pendant 5 heures sous l'eau au soleil trois fleurs de lys ; elles y donnèrent très-peu d'air ; il étoit fort mauvais et bien sorti hors de ces pétales, puisque je le trouvais aussi mauvais par l'expression, lorsque je les eus retirés de l'eau ; mais les lys fraîchement coupés me donnèrent par l'expression sous l'eau un air aussi bon que l'air commun ; cet air se gâte sous l'eau au soleil, et il se gâte de même à l'ombre.

§ CLXXXII.

Je mis pendant 4 heures $\frac{1}{2}$ au soleil dans 49,54 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun les pétales d'un lys.

Ils absorbèrent 10° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et 4° d'azote.

§ CLXXXIII.

Pendant 4 heures je tins les *tiges de ce lys avec leurs petites feuilles* au soleil dans 59,45 centimètres

cubes, ou 3 pouces cubes *d'air commun*, elles le laissèrent intact.

Les *petites feuilles seules* de ce lys traitées de la même manière laissèrent aussi l'air intact.

Les *étamines et les pistils* de ce lys mis dans 59,64 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes *d'air commun* pendant 3 heures absorbèrent 10° de gaz oxygène et produisirent 10° d'acide carbonique avec 5° d'azote.

§ CLXXXIV.

Je mis les *pistils et les étamines* d'un lys sous *l'eau* au soleil; j'obtins environ 6,60 centimètres cubes, ou un tiers de pouce cube d'air qui contenoit 7° d'acide carbonique, $\frac{1}{2}$ degré de gaz oxygène. Je crus d'abord que le reste étoit de l'azote, mais en approchant de cet air une bougie allumée, il y eut inflammation et détonation; c'étoit donc du gaz hydrogène mêlé d'azote.

Les étamines comme les pistils me parurent couverts de petites bulles; mais cet air sembloit bien être formé au-dedans d'eux et en être sorti.

§ CLXXXV.

Enfin je mis des *feuilles* du lys *sous l'eau au soleil*, où elles me donnèrent beaucoup d'air qui me parut très-pur.

Ces feuilles m'offrirent un phénomène singulier; elle ne donnèrent presque point d'air, tant qu'elles y furent mises entières; mais elles le fournirent abondamment, aussitôt qu'elles furent déchirées; il sortit alors aisément de la déchirure, et surtout des côtes

longitudinales; les bulles qui s'échappoient étoient fort grosses (1).

§ CLXXXVI.

Je tins pendant 26 heures dans 59,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, 2 flacons du *pseudo narcissus;* j'en mis deux sous un tube, où les tiges des fleurs plongeoient dans l'eau; j'en mis de même deux autres dans la même quantité d'air commun, mais les tiges des fleurs ne touchoient pas l'eau, ces deux appareils furent ainsi à l'ombre à la température de 10°. J'en examinai ensuite l'air.

Les deux fleurs de narcisse dont *les tiges plongeoient dans l'eau* absorbèrent tout le gaz oxygène de l'air et y produisirent 4° d'acide carbonique.

Les deux fleurs de narcisse, dont les *tiges ne touchoient pas l'eau* absorbèrent 18° de gaz oxygène et produisirent 7° d'acide carbonique.

La tige de ces fleurs influe donc sur l'action délétère qu'elles exercent sur l'air.

Je tins pendant 17 heures à la température de 8° et à l'ombre dans un flacon bien fermé des fleurs *d'hyacinthe* doubles et blanches; je mis dans un autre flacon un volume de tiges égal à celui des fleurs et j'en examinai l'air.

Les *fleurs* absorbèrent 5° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisirent 3° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Les *tiges* absorbèrent 5° de gaz oxygène, et produisirent 5° d'acide carbonique.

---

(1) *Note de l'Editeur.* Ceci me paroît propre aux plantes monocotylédones.

Il me sembla que les hyacinthes bleues produisirent un effet plus grand que les blanches.

§ CLXXXVII.

Je refis la même expérience sur des hyacinthes blanches et bleues; elles restèrent 25 heures dans 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun à la même température; il y avoit sept fleurs à chaque tige.

Les fleurs hyacinthes *blanches* sans *tiges* absorbèrent 11° de gaz oxygène et produisirent 4° d'acide carbonique.

Celles qui avoient *une tige plongeant dans l'eau* absorbèrent 8° ½ de gaz oxygène et produisirent 3° ½ d'acide carbonique avec ½ degré d'azote.

Les fleurs de hyacinthe *bleue* absorbèrent 5° de gaz oxygène et produisirent 3° d'acide carbonique.

Les fleurs de ces hyacinthes avec leurs tiges plongeant dans l'eau absorbèrent 8° ½ de gaz oxygène et produisirent 3° ½ d'acide carbonique, avec 1° ½ d'azote.

Les fleurs seules d'hyacinte blanche ont donc absorbé ½ degré de plus de gaz oxygène que celles dont la tige plongeoit dans l'eau.

La raison de ce phénomène ne seroit-elle pas, que la végétation de ces fleurs dont la tige plonge dans l'eau est prolongée, et que la tige concourt à gâter l'air.

§ CLXXXVIII.

J'ai tenu à l'ombre pendant 24 heures dans 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce ½ cube d'air commun les fleurs de la *fumaria bullosa* : je mis dans un tube

tube semblable contenant la même quantité d'air et un volume égal des feuilles de cette plante; les fleurs et les feuilles ne touchoient pas l'eau.

Les *fleurs* absorbèrent 7° de gaz oxygène et produisirent 5° d'acide carbonique; onze de ces fleurs absorbèrent 8° de gaz oxygène et produisirent 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Les feuilles absorbèrent 6° de gaz oxygène et produisirent 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Il paroît donc que les fleurs de cette *fumaria* dont le volume étoit un tiers plus petit que celui des feuilles ont absorbé plus de gaz oxygène que ces dernières.

§ CLXXXIX.

Je tins une *rose* à demi-ouverte fort odorante, sans sa tige à l'ombre pendant 23 heures dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air à la température de 14°.

Lorsque je la retirai de sa clôture, elle me parut très-fraîche; elle absorba 19° de gaz oxygène, produisit 9° d'acide carbonique et 10° d'azote; mais comme l'appareil étoit fermé par l'eau, il y eut sans doute plus d'acide carbonique produit que celui que je trouvai dans l'air.

Je mis les pétales d'une petite rose dans un flacon bien fermé, sans eau, contenant 29,71 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun; ils y restèrent 22 heures; ils me parurent encore frais et avec leur odeur; ils avoient absorbé 17° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produit 10° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique avec 7° $\frac{1}{2}$ d'azote.

§ CXC.

Je tins quatre bouquets de fleurs *de sanguinelle* pendant 4 heures sous *l'eau* au soleil, il n'y eut point d'air produit.

J'en mis la même quantité dans 59,45 centimètres cubes, 3 *pouces cubes d'air commun* au soleil, pendant le même temps, elles y absorbèrent tout le gaz oxygène et produisirent 9° d'acide carbonique avec 11° d'azote.

§ CXCI.

Les fleurs de la *violette jaune double* mais souffrantes exposées au soleil pendant 9 heures dans *l'air commun* absorbèrent 18° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisirent 13° d'acide carbonique avec 5° d'azote.

Ces fleurs exposées au soleil comme les précédentes pendant le même temps *sous un étui de carton* absorbèrent 17° de gaz oxygène, produisirent 9° d'acide carbonique et 7° d'azote.

Des *fleurs de violette rouge* exposées *au soleil* dans 24,76 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{4}$ cube *d'air commun sans toucher l'eau* absorbèrent 9° de gaz oxygène, et 6° $\frac{1}{2}$ d'azote; elles produisirent 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique; la quantité de ces fleurs égaloit le volume de trois *roses*, que j'avois mises en expérience dans 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun.

Un volume égal *de fleurs de violette* mises au soleil dans la même quantité *d'air commun* produisirent 4° d'acide carbonique et laissèrent l'air commun intact.

Neuf *feuilles de violettes rouges* mises au soleil

dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun pendant 2 heures $\frac{1}{2}$ laissèrent l'air égal en bonté à ce qu'il étoit.

Neuf feuilles pareilles mises au soleil dans l'air avec leurs *pétioles plongeant dans l'eau* produisirent un peu de gaz oxygène et 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Les fleurs exposées de la même manière au soleil produisirent 2° de gaz oxygène et 2° d'acide carbonique.

Il n'est donc pas vrai comme Ingenhouz l'a cru, que les fleurs répandent un air empoisonné.

§ CXCII.

Les fleurs du *lamium purpureum* mises au soleil dans *l'air commun* pendant tout un jour absorbèrent 2° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisirent autant d'acide carbonique.

Les fleurs de l'*iris pumila* mises au soleil dans l'air commun y absorbèrent 9° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisirent 7° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Les pétales de trois fleurs de *l'amaryllis belladona* mises dans 59,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun absorbèrent 2° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisirent autant d'acide carbonique.

Les *parties sexuelles* de ces trois fleurs mises dans 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun y laissèrent l'air intact.

Les *trois tiges* de ces fleurs laissèrent aussi l'air intact.

Les fleurs du *brassica eruca* absorbèrent 3° de gaz oxygène et produisirent 3° d'acide carbonique.

Les fleurs du *borrago officinalis* laissèrent presque l'air intact.

Les fleurs du *senecio vulgaris* absorbèrent 5° de gaz oxygène et produisirent 5° d'acide carbonique.

Toutes ces expériences furent faites dans des flacons bien fermés contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air, et ils furent tous exposés au soleil pendant 9 heures.

§ CXCIII.

Je mis un morceau des feuilles de *l'alcea rosea* dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun nageant sur l'eau au soleil pendant trois heures et demie. Il produisit 4° d'acide carbonique et laissa l'air intact.

Un morceau semblable mis à sec dans l'air produisit 1° d'acide carbonique.

Une fleur de cette plante pendant le même temps et de la même manière absorba 14° de gaz oxygène et produisit 6° d'acide carbonique.

Huit fleurs de cette plante donnèrent dans l'air 91,74 millimètres cubes, ou 8 lignes cubes d'air dont $\frac{1}{5}$ étoit l'acide carbonique et $\frac{4}{5}$ d'azote.

§ CXCIV.

Deux feuilles du *gelsominum odoratissimum* tenues pendant 3 heures dans 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun sur l'eau absorbèrent 5° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisirent 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Ces deux feuilles mises à sec dans la même quantité d'air absorbèrent 4° de gaz oxygène.

Onze fleurs produisirent 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique

et absorbèrent 10° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, elles continuèrent d'avoir leur forte odeur.

§ CXCV.

Vingt fleurs du *nerium oleander* exposées sous l'eau au soleil pendant 4 heures ont donné 19,81 centimètres, ou 1 pouce cube d'air contenant 2 ou 3° d'acide carbonique; le reste étoit de l'azote.

Six feuilles de cette plante sous *l'eau* au soleil pendant 4 heures ont donné 4° d'air purement gaz oxygène.

Six feuilles exposées dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes *d'air commun* au soleil laissèrent l'air intact.

§ CXCVI.

Six feuilles du *capperis spinosa* exposées au soleil pendant 4 heures sous *l'eau* produisirent 5° de gaz oxygène presque pur.

Dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes *d'air commun*, elles absorbèrent 14° de gaz oxygène et produisirent 1° d'acide carbonique.

Cinq fleurs absorbèrent dans la même quantité d'air commun tout le gaz oxygène et produisirent 10° d'acide carbonique.

§ CXCVII.

J'exposai pendant 4 heures au soleil les feuilles du *gelsominum officinale* sur *l'eau* dans 59,45 centimètres, ou 3 pouces cubes d'air commun; elles laissèrent l'air intact.

Dans un flacon contenant la même quantité d'air commun ces feuilles absorbèrent au soleil 3° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisirent autant d'acide carbonique.

Huit fleurs mises dans un flacon de même capacité et contenant la même quantité d'air commun absorbèrent 9° de gaz oxygène et produisirent 4° d'acide carbonique.

§ CXCVIII.

Les fleurs dont je vais parler ont été enfermées par l'eau dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun; le volume de ces fleurs étoit d'un $\frac{1}{2}$ pouce cube, et pendant huit heures elles ont été ainsi exposées au soleil.

L'Allium schoenoprasium absorba 16° de gaz oxygène et produisit 9° d'acide carbonique.

Philadelphus germanus absorba 9° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit 5° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Hemerocalis flava absorba 18° de gaz oxygène et produisit 9° d'acide carbonique.

Astragalus galegiformis absorba 10° de gaz oxygène et produisit 7° d'acide carbonique.

Iris jambucina absorba tout le gaz oxygène et produisit 9° d'acide carbonique.

Antirrhinum majus absorba 12° de gaz oxygène et produisit 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Scorzonera hispanica absorba 18° de gaz oxygène et produisit 10° d'acide carbonique.

Toutes ces fleurs étoient odorantes et fraîches après l'expérience comme avant; leurs queues plongeoient dans l'eau.

§ CXCIX.

J'ai voulu comparer l'action des feuilles de ces plantes à l'air, après avoir trouvé l'action que eurs fleurs avoient exercée sur lui; elles ont été précisément dans les mêmes circonstances.

Les feuilles de l'*Allium* ont absorbé 14° de gaz oxygène et produit 7° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Celles du *Philadelphus* ont absorbé 12° de gaz oxygène et produit 5° de gaz acide carbonique.

L'*Hemerocalis* absorba 5° de gaz oxygène et produisit 3° d'acide carbonique avec 2° d'azote.

L'*Astragalus* absorba 7° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit 5° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

L'*Iris* absorba 11° de gaz oxygène et produisit 6° d'acide carbonique avec 2° d'azote.

L'*Antirrhinum* absorba 9° de gaz oxygène et produisit 5° d'acide carbonique avec 4° d'azote.

La *Scorzonera* absorba 11° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit 6° d'acide carbonique et 3° $\frac{1}{2}$ d'azote.

Les feuilles du *Philadelphus* sont les seules qui absorbent plus de gaz oxygène que les fleurs; les autres plantes ont produit l'effet contraire.

Les fleurs de l'*Hemerocalis* produisirent 5° d'azote, les autres n'en produisirent point; mais les feuilles de l'*Iris*, de l'*Antirrhinum* et de la *Scorzonera* en produisirent. Il y a donc eu plus de feuilles que de fleurs qui ont donné de l'azote.

Enfin si les fleurs gâtent l'air, il faut pourtant convenir qu'elles ne le gâtent pas autant qu'Ingenhouz l'avoit cru.

§ CC.

J'ai exposé les feuilles des plantes suivantes et leurs fleurs séparément dans des tubes contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun au soleil. Le volume d'air des fleurs et celui des feuilles étoit égal. Si je n'ai pas prolongé l'expérience

plus long-temps, c'est parce que j'ai voulu prévenir leur altération.

Les feuilles des *pois* ont laissé l'air intact.

Neuf fleurs de pois ont détruit 2° de gaz oxygène et produit 2° d'acide carbonique.

Les feuilles d'*œillet rouge*, au bout de trois heures de soleil, ont absorbé 1° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produit 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Un *œillet rouge* a absorbé 9° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produit 6° d'acide carbonique.

Les feuilles de *pavot*, pendant trois heures au soleil dans l'air, laissèrent l'air intact.

Un gros *pavot* rougeâtre absorba à l'ombre 16° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit 5° d'acide carbonique.

§ CCI.

Les pétales sous l'*eau* donnent peu d'air, les fleurs de l'*Iris jambucina* donnèrent $\frac{1}{10}$ de pouce $\frac{1}{2}$ cube, qui contenoit $\frac{1}{10}$ de gaz oxygène.

Quatre grands *pavots* doubles mis sous l'eau et au soleil pendant 64 heures ont donné les $\frac{40}{100}$ d'un pouce $\frac{1}{2}$ cube; il y avoit $\frac{5}{40}$ d'acide carbonique et le reste d'azote; en répétant l'expérience j'y trouvai un peu moins d'azote.

Un grand nombre de *fleurs de pois* tenues sous l'eau pendant 10 heures, donnèrent $\frac{1}{8}$ d'un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air meilleur que l'air commun.

§ CCII.

Je tins pendant 21 heures dans l'air à la température de 8° un grand nombre de *fleurs de hyacintes bleues* dans un flacon bien fermé; je mis dans un autre flacon un grand nombre de leurs tiges; il y

eut $\frac{1}{15}$ d'acide carbonique produit avec 10° d'azote et 10° de gaz oxygène absorbé par les *fleurs*.

Les *tiges* fournirent aussi $\frac{1}{15}$ d'acide carbonique produit avec 11° d'azote et 11° de gaz oxygène absorbé.

Les fleurs, comme leurs queues, gâtent donc l'air commun, mais les queues avoient conservé leur odeur un peu plus que les fleurs.

§ CCIII.

Il résulte de ces expériences, 1° que les pétales donnent peu d'air sous l'eau, et que cet air ne contient que peu de gaz oxygène, de l'acide carbonique et beaucoup d'azote.

2.° Les pétales dans l'air absorbent le gaz oxygène, produisent l'acide carbonique et l'azote.

3.° Les étamines absorbent le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique avec l'azote.

4.° Les étamines et les pistils sous l'eau fournissent l'acide carbonique, le gaz hydrogène et un peu de gaz oxygène.

5.° Les fleurs dont la tige plonge dans l'eau gâtent plus l'air où elles sont renfermées, que les fleurs entièrement à sec.

6.° Les feuilles absorbent plus de gaz oxygène que les fleurs.



CHAPITRE VI.

Les fruits et les graines exposés au soleil, sous l'eau et dans l'air.

§ CCIV.

Il me restoit encore à poursuivre ces recherches de la même manière sur les fruits et les graines; d'autant plus que ces parties des végétaux avoient été plus négligées, sous ce point de vue, par les physiciens qui m'ont précédé dans ce genre de travail, que celles dont je viens de m'occuper.

§ CCV.

Je voulus d'abord comparer l'influence des *pommes* et des *poires* sur l'*air*, avec celle que leurs *feuilles* exerce sur ce fluide.

Je mis donc une *feuille de pommier* sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; je la plaçai de cette manière dans ma chambre, où elle resta 24 heures; au bout de ce temps elle absorba tout le gaz oxygène et produisit 3° d'acide carbonique.

Une *feuille de poirier*, placée de même, absorba 15° de gaz oxygène et produisit 5° d'acide carbonique.

La moitié d'une *pomme verte*, coupée en quatre portions, mise sous l'eau au soleil donna assez d'air; il contenoit $\frac{68}{100}$ d'acide carbonique et $\frac{32}{100}$ d'azote.

Je mis de même dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, le quart d'une *poire verte*, que j'exposai au soleil pendant trois heures;

je disposai un autre quart de la même manière, et je le mis à l'ombre pendant le même temps.

Le morceau de poire *au soleil* produisit 2° d'acide carbonique et 4° d'azote, à l'*ombre* il y eut 2° de gaz oxygène absorbé et 2° d'acide carbonique produit.

§ CCVI.

Je tins pendant deux heures et demie dans 49,54 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun au soleil *deux cerises mûres*, elles y absorbèrent 4° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et y produisirent 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique avec 2° $\frac{1}{2}$ d'azote.

Je tins pendant trois heures deux autres *cerises* dans la même quantité *d'air commun*, elles absorbèrent 18° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisirent 8° d'acide carbonique.

§ CCVII.

Je mis treize *figues* bien vertes au soleil pendant 24 heures; elles y produisirent de l'air contenant les $\frac{72}{100}$ d'un pouce $\frac{1}{2}$ cube, contenant $\frac{60}{100}$ d'acide carbonique $\frac{5}{100}$ de gaz oxygène et $\frac{7}{100}$ d'azote.

Je tins pendant six heures une figue verte au soleil dans 54,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, elle y étoit coupée en quatre morceaux; il y eut 4° $\frac{1}{2}$ d'air produit, dont 3° étoit de l'acide carbonique; mais il y eut aussi 8° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène absorbé.

§ CCVIII.

J'exposai *sous l'eau* au soleil, pendant sept heures, une grosse grappe de *raisins blancs* bien mûrs. La surface des grains se couvrit de petites bulles, qui ne grossirent pas, et qui ne se détachèrent point,

lorsque j'agitai le vase où cette grappe étoit placée, elles étoient encore à la même place après ces sept heures, au moins pour la plus grande partie, quelques-unes seulement s'étoient échappées à la cime du vase ; il y en eut si peu qu'elles ne m'offrirent que les $\frac{28}{100}$ d'un pouce $\frac{1}{2}$ cube ; mais dans ces 28° j'en trouvai 8° de gaz oxygène, 4° d'acide carbonique et le reste d'azote.

J'exposai de même *au soleil* pendant sept heures 9 grains mûrs de ces raisins dans 59,45 centimètres ou 3 pouces cubes d'*air commun* ; ils y produisirent 6° d'acide carbonique et 2° d'azote, et ils absorbèrent 2° de gaz oxygène.

Je tins de la même manière 9 de ces grains de raisins dans la même quantité d'air commun, *à l'ombre*, pendant le même temps, je trouvai 5° d'acide carbonique produit et 5° de gaz oxygène absorbé.

Il y eut donc une différence, dans ces deux cas; au soleil comme à l'ombre, j'eus 5° d'acide carbonique, mais au soleil ces 5° furent ajoutés à l'air qui environnoit les raisins, au lieu qu'à l'ombre il y eut 5° de gaz oxygène absorbé, tandis qu'il y en eut seulement 2° au soleil et 2° d'azote produit.

§ CCIX.

J'exposai au soleil pendant quatre heures dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, une petite *figue d'inde* verte et acerbe ; pendant le même temps je mis un morceau de *cactus cochinilifer* dans 3 pouces cubes d'air commun.

Le fruit produisit 6° d'air dont il y eut 3° d'acide carbonique, et il absorba 2° de gaz oxygène.

La feuille produisit 5° d'air, où il y en avoit 4° de gaz oxygène.

§ CCX.

J'exposai au soleil deux *châtaignes* mûres dans la même quantité d'air commun; j'en tins deux autres de même à l'ombre.

Au *soleil* il y eut 8° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique produit et 4° de gaz oxygène absorbé.

A *l'ombre* il y eut 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique produit et 2° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène absorbé.

§ CCXI.

Je plaçai dans un tube long et large deux poignées de *glands avec leurs involucres ;* ils étoient petits et verts; ils restèrent sous l'eau, au soleil, pendant huit heures : la plus grande partie de l'air sortit entre le gland et l'involucre. J'en mis de même une petite poignée dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, et ils restèrent au soleil pendant sept heures.

L'air produit au soleil sous l'eau fut les $\frac{88}{100}$ de cette quantité d'air, il contenoit $\frac{21}{100}$ d'acide carbonique et $\frac{67}{100}$ d'azote.

Dans l'air ces glands absorbèrent tout le gaz oxygène; j'y trouvai 26° d'acide carbonique et 7° d'azote outre les 80° qui étoient déjà dans l'air commun.

§ CCXII.

J'exposai pendant 4 heures $\frac{1}{2}$ au soleil, dans la même quantité d'air commun, des baies de la *Sanguinelle ;* elles absorbèrent tout le gaz oxygène, produisirent 12° d'acide carbonique et 4° d'azote.

§ CCXIII.

J'exposai au soleil pendant 3 heures $\frac{1}{2}$, dans la même quantité d'air commun, des baies demi-acerbes du *Solanum tuberosum*, du *Solanum melongena* et du *Poivre long*.

Les baies du *Solanum tuberosum* produisirent 3° d'acide carbonique et laissèrent l'air intact.

Celles du *Solanum melongena* absorbèrent 11° de gaz oxygène.

Celles du *Poivre long* absorbèrent 1° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène.

§ CCXIV.

J'exposai pendant six heures sous l'eau, au soleil, 12 *siliques vertes de haricots*, dans l'air produit il y eut 2° de gaz oxygène, 20° d'acide carbonique et 78° d'azote.

J'exposai de même au soleil dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, 4 siliques de haricots, elles y détruisirent 14° de gaz oxygène et y produisirent 12° d'acide carbonique et 6° d'azote.

§ CCXV.

J'exposai sous l'eau au soleil, pendant 7 heures, un grand nombre de baies noires du *Laurier*, elles n'y donnèrent que 34,66 centimètres cubes, ou un pouce et $\frac{3}{4}$ cube d'air, qui contenoit 48° d'acide carbonique, 2° de gaz oxygène, probablement attaché aux baies, et le reste d'azote : ces baies se couvrirent de petites bulles.

Je fis la même expérience sur des baies vertes; elles donnèrent moins d'air que les mûres, il n'y en

avoit que le quart de 3 pouces cubes, dont il y eut 6° d'acide carbonique, 8° de gaz oxygène et le reste d'azote : les baies vertes donnent donc plus de gaz oxygène que les mûres.

J'exposai 12 baies de laurier dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun au soleil; pendant 7 heures elles absorbèrent 10° de gaz oxygène et produisirent 6° d'acide carbonique.

Douze de ces baies, exposées sous l'eau, ne donnèrent presque point d'air.

§ CCXVI.

Je mis 12 *fleurs* de *l'althea officinalis* pendant six heures sous l'eau au soleil, elles y donnèrent 9,90 centimètres cubes, ou un ½ pouce cube d'air, contenant un peu d'acide carbonique et le reste d'azote.

Trois *fleurs* d'althea exposées au soleil dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun pendant trois heures, absorbèrent tout le gaz oxygne, produisirent 6° d'acide carbonique et 2° d'azote.

Deux *feuilles* d'althea exposées au soleil dans la même quantité *d'air commun*, pendant six heures, produisirent 2° d'air, je trouvai dans le mélange 3° d'acide carbonique produit et 1° de gaz oxygène absorbé.

Deux autres feuilles mises sous *l'eau du puits* au soleil, pendant six heures, produisirent 5° d'air, c'étoit 5° de gaz oxygène; dans l'eau *distillée*, elles donnèrent quelques bulles d'un air excellent.

Huit capsules vertes *d'althea*, contenant leurs graines et dépouillées de la corolle verte, furent exposées pendant six heures au soleil, dans la même

quantité d'air commun; elles y absorbèrent tout le gaz oxygène, et produisirent 10° d'acide carbonique et 10° d'azote.

Huit autres capsules semblables, exposées sous l'eau au soleil pendant le même temps, produisirent $\frac{4}{100}$ d'air de 3 pouces cubes : c'étoit de l'acide carbonique.

§ CCXVII.

J'exposai au soleil dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, pendant trois heures, deux cônes verts du *sapin* sauvage; ils y produisirent 2° d'acide carbonique, et laissèrent l'air intact.

Les fruits durs, résineux et ligneux du pin et du sapin ne gâtent pas l'air, ils produisent au soleil un peu d'acide carbonique.

§ CXCVIII.

J'exposai au soleil, sous *l'eau du puits*, *3 épis verts du seigle*, j'en mis autant dans l'eau privée d'acide carbonique : les tiges et les barbes furent couvertes de bulles.

Les épis dans *l'eau* du puits donnèrent six fois plus d'air que dans l'eau désacidulée, et il étoit deux fois meilleur que l'air commun; il fut aussi très-bon dans l'eau désacidulée.

§ CCXIX.

Les graines de *l'Alcœa rosea* mures furent exposées en grand nombre *sous l'eau au soleil* pendant huit heures, elles y donnèrent trois quarts de pouce cube d'air; un quart étoit de l'acide carbonique, le reste de l'azote.

J'exposai

J'exposai de même un grand nombre de ces graines dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, pendant le même temps; elles absorbèrent 9° de gaz oxygène, et produisirent 7° d'acide carbonique.

§ CCXX.

J'exposai pendant quatre heures au soleil, dans la même quantité *d'air commun* que la précédente, huit petites *galles* des pétioles des feuilles du *populus alba ;* elles étoient grosses comme une baie de laurier, elles absorbèrent tout le gaz oxygène, produisirent 9° d'acide carbonique, et conservèrent leur couleur.

§ CCXXI.

J'exposai au soleil pendant trois heures ½ dans 59,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes *d'air commun* cinq petites galles rougeâtres de l'osier *salix vitellina ;* elles y produisirent 5° d'acide carbonique et absorbèrent 5° de gaz oxygène.

Il se forma un creux dans ces petites galles; le ver qui y habitoit étoit vivant après l'expérience; cela ne doit pas étonner, puisque ces vers qui sont exposés tout le jour au soleil y vivent fort bien.

§ CCXXII.

Enfin j'exposai sous *l'eau*, au soleil, 18 galles du chêne, elles contenoient en apparence le petit œuf qui devoit donner naissance au ver; mais c'étoit le ver lui-même, prêt à se changer en chrysalide. L'air produit contenoit 10° d'acide carbonique et le reste d'azote.

Je mis de même dans 59,45 centimètres cubes, ou

3 pouces cubes *d'air commun*, trois galles plus petites; elles y restèrent trois heures au soleil; ces trois galles réunies, qui faisoient à peine une des galles précédentes, absorbèrent 4° de gaz oxygène et produisirent 3° d'acide carbonique.

§ CCXXIII.

Il résulte de ces expériences, 1° que les fruits à l'ombre, dans l'air, absorbent le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique.

2.° Les fruits au soleil, sous l'eau, donnent le gaz acide carbonique et quelquefois un peu de gaz oxygène.

3.° Les siliques, les baies donnent de cette manière beaucoup d'azote.

4.° Les épis verts du seigle donnent sous l'eau beaucoup de gaz oxygène.

CHAPITRE VII.

Réflexions générales sur les sujets traités dans ce memoire (1).

J'ai dit pourquoi j'avois fait surtout mes expériences avec des plantes grasses, ou charnues et exotiques ou indigènes, d'un pays plus chaud que le nôtre; je sentois que leurs feuilles donneroient plus d'air que les feuilles des autres plantes, parce qu'ayant une épaisseur plus grande, elles devoient

---

(1) Ces réflexions sont traduites d'un morceau composé par Spallanzani, et je les donne ici comme je les ai trouvées dans ses papiers.

en contenir davantage ; outre cela leur épiderme étant plus dur et plus résistant, il leur faisoit mieux supporter les inconvéniens de la clôture dans une atmosphère fort humide, et les rendoit plus propres à des expériences prolongées. Enfin, comme ces plantes croissent dans des climats plus chauds que les nôtres, je ne pouvois supposer qu'elles souffrissent par une chaleur de 6 ou 7° plus grande qu'elles éprouvoient sous mes vases au soleil qu'en plein air, dans ce pays, sous les rayons de cet astre, tandis qu'elles devoient en éprouver une plus forte encore dans leur vraie patrie.

Ces plantes, constamment exposées au soleil sous l'eau, m'ont toujours donné beaucoup d'air meilleur que l'air commun, parce qu'il y avoit beaucoup plus de gaz oxygène ; c'étoit néanmoins un mélange des gaz oxygène, carbonique et azote.

Quand l'eau dans laquelle ces plantes donnent de l'air au soleil est acidulée avec l'acide carbonique, le gaz oxygène qu'elles fournissent est plus pur et en plus grande quantité.

Senebier prétend que si l'eau qui environne la plante est privée d'acide carbonique, elle ne donne pas de gaz oxygène. Je n'ai pas encore fait cette observation ; mais comme l'eau du puits dont je me suis servi contient plus ou moins d'acide carbonique, je n'ai pu décider cette question avec elle.

J'ai bien vu que les plantes mises à l'ombre sous l'eau ne donnent point d'air, ou si elles en donnent, ce qui est rare, il est mauvais.

Mais si l'on expose les plantes au soleil dans l'air

commun, alors elles l'augmentent plus ou moins, et il se trouve, pour l'ordinaire, moins bon qu'il n'étoit. Cependant, cette augmentation de l'air et ce gaz oxygène supérieur en pureté à l'air commun que quelques plantes donnent dans l'air clos, ne sont pas comparables à la quantité d'air et de gaz oxygène que ces plantes produisent lorsqu'elles sont environnées d'eau de toutes parts.

Il y a donc une cause qui trouble plus ou moins la sortie de l'air ou du gaz oxygène dans les plantes plongées dans l'air commun, lorsqu'elles sont exposées au soleil : quelle peut être cette cause ?

Ce n'est pas la chaleur intérieure des vases où se fait l'expérience, puisque, comme je l'ai observé jusqu'à présent, elle doit être petite relativement à la chaleur que les plantes exotiques dont je me suis servi éprouvent dans leur patrie.

Ce n'est pas la clôture des vases pleins d'airs qui empêche la sortie de l'air hors des plantes qui y sont renfermées, puisque l'on observe les mêmes phénomènes dans les vases fermés hermétiquement, comme dans ceux qui ne le sont pas.

Mais il est facile de voir que, pour se former une idée de cet obstacle, il faudroit connoître la vraie cause productrice de l'air rendu par les plantes exposées sous l'eau au soleil.

On a deux hypothèses pour expliquer ce fait, l'une est tirée de l'eau elle-même; elle est adoptée par plusieurs physiciens et par M. Fourcroy, dans *sa Chimie, T. IV, pag. 13.* Il prétend que l'eau absorbée par les plantes et portée dans les feuilles s'y

décompose, que les feuilles absorbent l'hydrogène et laissent libre l'oxygène; mais que la lumière favorise cette décomposition, puisqu'elle ne se fait pas à l'ombre. Il est donc clair qu'il doit y avoir une plus grande absorption de l'air par les plantes plongées dans l'eau et exposées au soleil, que dans l'air, puisqu'elles ne peuvent sucer dans l'air que la petite quantité d'eau qu'il y a.

La seconde hypothèse est tirée de l'acide carbonique décomposé dans les plantes; elle est toute entière de Senebier. Voici quelques-unes des raisons qu'il emploie pour l'établir comme il me les a communiquées dans sa lettre du 21 Février 1798.

« J'ai fait voir que les plantes ne donnent dans
» l'eau du gaz oxygène que lors que l'eau où on les
» place contient de l'acide carbonique. »

» Desaussure le fils a bien montré que les plantes
» végétoient mal dans un air privé d'acide carbo-
» nique et qu'elles végétoient vigoureusement dans
» une atmosphère qui en contenoit jusques à un
» douzième de son volume. »

Il tire de là cette conséquence qu'il n'est pas douteux que l'origine du gaz oxygène dans les plantes ne soit la décomposition de l'acide carbonique.

« C'est encore un fait bien prouvé, ajoute Sene-
» bier, que la terre de jardin, celle des prés, des
» champs fournissent une grande abondance d'a-
» cide carbonique à l'air libre comme dans les vases
» clos, et que cette terre perd cette propriété, lors-
» qu'elle a été bouillie long-temps dans beaucoup
» d'eau, ce qui m'a fait croire avec beaucoup d'au-

» tres considérations, que la séve portoit dans les
» feuilles cet acide carbonique qui s'y décomposoit
» par l'action de la lumière. »

En comparant les deux hypothèses, celle de l'eau et celle de l'acide carbonique, je préfère la seconde. La première n'a pas les bases sur lesquelles la seconde repose. Outre les raisons que Senebier m'a données dans sa lettre pour appuyer son opinion, j'en ai aussi qui la favorisent, elles sont tirées de ce que *le cactus cochilinifer* environné par une eau chargée d'acide carbonique donne beaucoup plus d'air, que lorsqu'elle en a peu, ou qu'elle en manque, et je crois en avoir trouvé plusieurs autres exemples dans la longue suite de mes expériences.

Les plantes environnées d'eau et exposées ainsi au soleil donnent de l'acide carbonique; on le trouve abondamment dans le gaz oxygène produit alors par ces plantes, comme je l'ai vu avec le *cactus cochinilifer*, et l'on peut l'expliquer en disant, que la lumière n'a pas suffi pour décomposer tout l'acide carbonique qui sort de la plante, et qu'il y en a quelque petite portion, qui s'échappe avec le gaz oxygène devenu gaz par sa combinaison avec le calorique.

Enfin l'acide carbonique que l'on trouve toujours en plus ou moins grande quantité dans les gaz hydrogène et azote, où l'on fait végéter les plantes, est une nouvelle preuve, qu'elles en laissent échapper, comme cela arrive lorsque les plantes ne paroissent pas même avoir souffert, ce que j'ai vu dans les plantes grasses exotiques; on ne peut pas dire alors, que cet air soit le produit de la fermentation qu'elles ont éprouvée.

Quand on a posé ces faits, on explique comment les plantes plongées sous l'eau donnent beaucoup plus de gaz oxygène, que lorsqu'elles sont dans l'air commun, parce que dans la supposition fondée que les eaux contiennent de l'acide carbonique, les plantes qui y sont plongées doivent donner plus de gaz oxygène, parce qu'elles absorbent l'eau avec plus d'acide carbonique, que dans l'air qui ne contient pour l'ordinaire que $\frac{1}{100}$ d'acide carbonique de son volume.

Voici comment Senebier en rend raison, d'après ces principes. « Les plantes sous l'eau sont envelop-
» pées, m'écrit-il, par l'acide carbonique qu'elle
» contient, et les plantes le boivent, surtout par
» leurs pétioles, alors la lumière le décompose dans
» leur parenchyme; mais la quantité de cet acide
» carbonique est très-petite dans l'air. Il doit donc
» y avoir dans le premier cas beaucoup de gaz
» oxygène produit; tandis qu'il y en aura moins
» dans l'air clos, et surtout quand la plante y sera
» altérée, ou par la chaleur, ou par l'humidité
» produite par l'évaporation de la plante, ou par
» tous les deux. »

On voit ainsi pourquoi la plupart des plantes plongées dans l'air ne donnent pas du gaz oxygène, et pourquoi elles le gâtent plus ou moins; l'acide carbonique ne pouvant se décomposer à cause de l'absence de la lumière, se mêle réduit en gaz avec l'air commun.

Il est aussi probable qu'alors outre l'acide carbonique sorti de la plante il s'en forme encore au

dépens de l'air commun avec le charbon de la plante. J'ai observé que toutes choses étant d'ailleurs égales, quelques plantes donnent dans l'air commun plus d'acide carbonique que dans les gaz hydrogène et azote.

En récapitulant donc mes observations sur les plantes grasses, il me paroît démontré que ces plantes qui donnent le plus de gaz oxygène, lorsqu'elles sont plongées sous l'eau, et qui en donnent alors plus que dans leur état naturel, c'est-à-dire au soleil dans l'air, en donnent peu dans l'air clos; de sorte qu'il n'y a pas de raison pour qu'elles en donnent beaucoup davantage à l'air libre, d'autant plus que sans lumière l'air que les plantes fournissent est plutôt mauvais que bon. Aussi je ne saurois dire quel moyen compensateur, il peut y avoir pour remplacer le gaz oxygène que les animaux consomment (1).

---

(1) *Note de l'Editeur.* Ici finit tout ce que Spallanzani avoit composé pour le mémoire qu'il vouloit donner à ce sujet.



LETTRE du Professeur SPALLANZANI à Monsieur *Jean-Antoine* GIOBERT, célèbre chimiste,

Sur les plantes renfermées sous des vaisseaux pleins d'eau ou d'air, et exposées à l'action immédiate de la lumière solaire comme à l'ombre (1).

VOUS vous souviendrez aisément, Monsieur, que lorsque vous vîntes à Pavie l'hiver passé, vous me fîtes une aimable visite, et qu'entre les diverses choses dont nous parlâmes, je vous entretins de quelques-unes de mes observations commencées sur l'air que les plantes fournissent au soleil, et je vous dis que je les avois trouvées discordantes avec celles qu'avoient faites sur le même sujet, deux illustres physiciens, Ingenhouz et Senebier. Je crois encore que je vous avois parlé des motifs qui m'avoient engagé à faire ces recherches. L'intérêt que vous y mîtes et la curiosité, que vous manifestâtes pour en connoître les résultats me font croire, que vous verrez sans peine que je vous en communique les principaux dans cette lettre.

---

(1) *Note de l'Editeur*. Spallanzani m'envoya cette lettre en manuscrit avant de la publier, et je l'engageai à la faire imprimer, afin que l'on sût les découvertes qu'il avoit faites, et celles qu'il préparoit. J'ai cru convenable de la joindre ici, quoiqu'elle ait déjà paru dans le *Journal de physique* et les *Annales de chimie*, afin que l'on eût tout ce que Spallanzani a fait sur ce sujet, et que l'on pût juger ses expériences que j'ai racontées d'après les propres idées de ce grand observateur.

Mais avant de le faire permettez-moi de vous donner une idée de quelques-unes de mes observations sur les plantes exposées sous l'eau au soleil et à l'ombre; parce qu'elles me paroissent liées étroitement avec mon but. Un des objets capitaux des recherches des deux physiciens dont j'ai parlé a été surtout de connoître la quantité et la qualité de l'air produit; après avoir déterminé la première, ils s'accordent sur la seconde; ils trouvent que cet air chargé d'une plus grande quantité de gaz oxygène que l'air commun est meilleur que lui, et ils en fixent le degré précis. On ne pouvoit pas faire davantage avec les moyens qu'ils avoient alors. Comme cet air n'étoit jamais pur, que je sache; le gaz oxygène fourni par les plantes devoit être mêlé avec quelque substance méphitique. Mais quelle est la nature de cette substance? C'est ce qu'il importoit de savoir; par le moyen de votre eudiomètre, je suis parvenu à découvrir que le gaz oxygène fourni par les plantes exposées sous l'eau au soleil est inséparablement joint avec le gaz azote, et souvent encore avec l'acide carbonique, dont je me réserve de donner une fois les proportions.

Senebier a été le premier qui a observé que les plantes exposées au soleil sous l'eau chargée d'acide carbonique donnent une quantité plus grande d'air, et qu'il est alors beaucoup plus pur. Il découvrit aussi au contraire, que les eaux distillées et bouillies privées ainsi de leur acide carbonique font produire aux feuilles beaucoup moins d'air que l'eau commune. Il trouva néanmoins une exception dans le

sempervivum tectorum, et la joubarbe, qui donnent souvent une égale quantité d'air dans les eaux bouillies distillées et communes.

Mes observations cadrent fort bien avec les siennes sur cette plante placée au soleil dans l'eau privée d'acide carbonique par l'eau de chaux; mais je vois encore qu'un nombre d'autres plantes qui n'est pas petit fournit autant d'air, et que cet air est également bon dans cette eau, comme dans l'eau commune. Je démontrerai même, que diverses plantes ne refusent pas de montrer le même phénomène dans l'eau de chaux.

Quant à l'eau chargée d'acide carbonique, mes expériences m'ont fait voir, que dans quelques plantes l'air produit au soleil dans cette eau est plus abondant que dans l'eau commune; mais qu'il y a d'autres plantes, où elle est égale, quand l'eau est discrétement acidulée par l'acide carbonique; et que la production d'air est beaucoup plus petite, quand l'eau en est saturée.

Que peut-on penser de ces anomalies ? Peut-être que certaines plantes ne produisent abondamment le gaz oxygène, que lorsqu'elles sont en contact avec l'eau chargée de l'acide carbonique, qu'elles décomposent, et que d'autres fournissent ce gaz oxygène par la décomposition de l'eau. Vous voyez bien que je fais ici allusion aux deux grandes théories qui sont le plus régnantes, et qui sont défendues par des auteurs respectables; je me permettrai d'en dire ce que je pense.

A présent, si au lieu d'exposer les plantes à l'action

immédiate du soleil, on les place à l'obscurité de la nuit naturelle, ou artificielle, la scène change tout-à-fait d'apparence. Ce changement a été vu sous deux points de vue différens par Ingenhouz et Senebier ; le premier veut que les plantes fournissent alors un air purement méphitique et fort mauvais. Le second affirme que les plantes ne donnent point alors d'air perceptible sous l'eau, et que si elles en donnent, cet air méphitique est en très-petite quantité et le produit d'une fermentation commencée.

Je ne veux point m'ériger en juge entre ces deux physiciens, qui se sont occupés de ce sujet pendant plusieurs années ; d'autant plus que je ne l'ai étudié que depuis six mois ; je me permettrai seulement d'ouvrir la bouche sur cette question et je dirai qu'une très-longue suite de faits m'engage à pancher vers l'opinion du naturaliste de Genève.

Les observations faites sur les plantes couvertes d'eau devoient me servir de terme de comparaison pour celles que j'ai faites dans l'air clos ; aussi dans le temps que je renfermois des plantes dans l'air commun sous des récipiens et que je les exposai ainsi au soleil et à l'ombre, je faisois les mêmes expériences dans les mêmes circonstances sous l'eau. J'entrepris cette recherche, parce qu'elle étoit nouvelle en grande partie, puisque les deux observateurs dont j'ai parlé s'étoient surtout occupés du gaz oxygène fourni par les plantes exposées sous l'eau au soleil; j'ignore si d'autres ont étudié ce sujet : je l'entrepris encore, parce qu'en faisant ces expériences dans l'air sur les plantes terrestres, j'avois l'avantage de les étudier dans leur

état naturel pour leur naissance, leur accroissement, leur multiplication et dans le lieu où elles se trouvent véritablement dans leur pleine végétation disposées à verser dans l'air le gaz oxygène. Quand on les considère seulement sous l'eau, on les tient dans une situation violente, et qui ne leur est point naturelle. Il n'y avoit aucun danger que le mélange de l'air produit avec celui qu'elles émettent dans l'air où on les renferme donnât lieu à des équivoques dans les résultats; parce qu'en connoissant le volume de l'air, où les plantes avoient été renfermées par le moyen d'un tube gradué, en faisant rentrer l'air de l'expérience dans ce tube, je savois si son volume s'étoit accru, et je connoissois la quantité de l'accroissement; l'eudiomètre m'apprenoit alors de même combien cet air s'étoit amélioré (1).

Ingenhouz appuyé sur des raisonnemens analogiques pense que les plantes produisent une quantité de gaz oxygène plus grande à l'air libre que celle qu'elles répandent sous l'eau.

Senebier a une opinion opposée: il prétend au moins que les plantes doivent donner une quantié d'air beaucoup plus petite dans l'air libre que sous l'eau, et il l'établit sur des raisons très-plausibles; mais il croit que cet air rendu par les plantes est

---

(1) *Note de l'Editeur.* Je me réserve, dans le mémoire que je publierai sur ce sujet, de détailler toutes les attentions et tous les moyens que j'ai employés pour faire ces expériences avec la plus grande exactitude, et je crois pouvoir dire que je les ai poussées jusqu'au scrupule.

alors meilleur que l'air commun. Il falloit donc consulter la nature, et voici les résultats que m'ont fourni une prodigieuse quantité de végétaux tenus au soleil dans l'eau et dans l'air.

Toutes les plantes confinées dans l'eau ou presque toutes m'ont fourni une qualité d'air contenant beaucoup plus de gaz oxygène que l'air commun; quelques-unes en avoient un tiers de plus, quelques autres le quadruple et même davantage; mais les choses se montrèrent autrement dans l'air commun, il n'étoit pas rare que le volume en fût accru de quelques centièmes; cet excès étoit peu de chose en comparaison de la quantité d'air fournie sous l'eau par les mêmes plantes; plus souvent encore l'air commun restoit comme il étoit, mais dans d'antres le gaz oxygène étoit introduit dans les plantes, et perdu pour l'atmosphère où elles étoient renfermées: il est vrai qu'il n'y eut qu'un très-petit nombre de plantes qui donnassent un air dont la quantité du gaz oxygène fût plus petite que celle de l'air commun; dans un grand nombre il fut égal; dans d'autres il ne lui fut supérieur que de quelques centièmes de degré, et les plantes qui se portèrent le mieux accrurent seulement de cinq, de six, de neuf centièmes au plus le gaz oxygène atmosphérique (1).

En prenant donc un terme moyen la quantité de

---

(1) *Note de l'Auteur.* Des plantes analogues à ces dernières étoient probablement celles dont parle Ingenhouz, qui avoient le pouvoir de rendre meilleur l'air gâte quand on les y exposoit à la lumière.

ce gaz produit dans l'air clos par les plantes qu'on y renfermoit, fut très-petite comparée avec celle qu'on obtenoit dans l'eau. D'où il résulte que cette amélioration considérable de l'air atmosphérique qu'on croit produit par le gaz oxygène, que les plantes y versent dans l'eau, n'est pas certainement celui que les plantes y versent dans l'air où on les renferme ?

Mais que dirons-nous des plantes renfermées dans l'obscurité, et par obscurité je n'entends pas seulement celle de la nuit, mais une obscurité bien moins forte comme est celle, par exemple, d'une chambre éclairée par la lumière réfléchie du soleil. Le physicien Hollandois que j'ai loué m'avoit prévenu à cet égard, il avoit démontré que les plantes y gâtent l'air commun, et il avoit pensé, que cet effet étoit produit par une exhalaison empoisonnée sortant de la plante qui étoit en partie l'acide carbonique, et en partie l'air entièrement méphitique. Quoique nous soyons d'accord sur l'altération de l'air, nous sommes bien loin de l'être sur ses causes, et je n'ai point cru que ce fût une peine perdue que de reprendre après lui ce sujet.

J'étois à Pavie pendant ces jours offusqués par ces nuages bas et opaques qui y sont bien plus fréquens, que les jours sereins : de sorte qu'il me fut facile d'entreprendre les expériences variées et nombreuses que je pouvois vouloir faire. Le résultat fut constamment celui-ci. Je n'ai jamais vu le volume de l'air commun augmenté par les plantes que j'y renfermois. J'observai au contraire qu'il di-

minuoit, et que cet air étoit surtout altéré par la diminution successive de son gaz oxygène; et par la production de l'acide carbonique; enfin qu'au bout de quelques heures le gaz oxygène étoit disparu, l'altération de l'air commun est donc produite par le pouvoir qu'ont les plantes de produire avec leur oxygène l'acide carbonique, mais si je faisois passer mes plantes de l'obscurité au soleil et même à toute la clarté du jour, elles ne cessoient pas de devenir sous l'eau où on les plongeoit, une source de gaz oxygène: aussi il me parut que les plantes devoient causer une grande altération à l'air respirable de l'atmosphère, si je calculois la durée des ténèbres nocturnes, l'obscurité répandue par les jours pluvieux, par les nuages noirs, et l'ombre elle-même produite dans un ciel serein par les grands arbres et portée sur les plantes voisines; je voyois alors combien la pureté de l'air devoit en souffrir.

Les observations dont je viens de parler regardent les feuilles et la cime des plantes naissantes, comme celles qui fournissent le plus d'air; mais il y a d'autres parties qui altèrent l'air commun à l'obscurité, et même quelques-unes à la lumière immédiate du soleil. Vous comprenez bien que je veux parler des fleurs et des fruits, et cette découverte importante a été en très-grande partie faite par Ingenhouz: j'ai eu le plaisir de la vérifier sur un très-grand nombre des unes et des autres, et elle m'a paru peut-être sans exception dans tout le règne végétal. Il est vrai que ce physicien pense que cette altération de l'air est alors produite par une émanation pernicieuse qui

se

se fait hors de ces parties des végétaux ; mais je montrerai qu'elle est produite par la même cause qui vicie l'air à l'ombre par les feuilles et les tendres rameaux des plantes qui y sont.

En rassemblant sous un seul point de vue les faits principaux relatifs aux plantes exposées au soleil et à l'obscurité dans le sein de l'air, il en résulte, que les feuilles de ce nombre infini de végétaux et leurs sommités, lorsqu'elles sont frappées par la lumière immédiate du soleil augmentent la quantité du gaz oxygène qui est dans l'air ; mais que cette augmentation est bien loin d'être aussi abondante qu'on l'avoit crue ; d'ailleurs ces parties qui fournissent le gaz oxygène au soleil diminuent la quantité de ce même gaz pendant la nuit, pendant les jours ombreux, et le changent lentement, mais constamment en acide carbonique : que les fleurs le diminuent de même à l'ombre et au soleil, et que les fruits produisent presque un effet semblable à celui des fleurs. Que conclure donc de ces effets opposés ? Que l'altération de l'air respirable est plus grande que son amélioration, ou du moins que le mal est contre-balancé par le bien ; de sorte que les plantes établiroient une espèce d'équilibre entre la production de cet air vital et sa destruction, à peu près comme la destruction dans la masse des êtres vivans est mise en équilibre par leur reproduction.

Mais dans l'une et l'autre hypothèse, comment les végétaux pourront-ils contribuer par le gaz oxygène qu'ils produisent à purifier l'air atmosphérique toujours altéré par la prodigieuse quantité d'acide

carbonique fourni par la respiration des animaux, par les fermentations, les combustions, etc., comme plusieurs le pensent? Vous comprenez bien, mon cher ami, que par les simples aperçus de cette lettre j'ai moins prétendu vous plaire que vous dire des choses qui ne seroient pas tout-à-fait indignes de votre attention. Quelle que soit mon opinion, je vous la dirai dans le Mémoire que je vous adresserai, et que vous recevrez bientôt; je le publierai incessamment pour connoître l'opinion des physiciens et en particulier du célèbre Senebier, qui s'est tant occupé des végétaux, et sur-tout de cette partie de leur histoire, et à qui je communique successivement par notre correspondance, le journal de mes observations.

Je souhaite que le public soit éclairé sur ce sujet, et qu'il puisse prendre un parti sans aucune prévention; si par hazard j'ai rencontré la vérité, certainement j'en serai flatté, et si je me suis trompé, il ne m'en coûtera pas pour revenir de mon erreur; je puis vous assurer, que dans l'étude de la nature, je ne trouve du plaisir qu'en m'instruisant.

Vous savez bien que c'est l'opinion de plusieurs physiciens, que non-seulement les plantes mais encore les eaux qui recouvrent le globe, concourent à la purification de l'atmosphère en décomposant l'acide carbonique qu'elles absorbent. Ce sujet aussi beau que curieux qui n'a point encore été discuté par aucune preuve directe m'a entraîné par sa ressemblance avec celui de la respiration, et je me suis occupé à l'examiner dans ce but par la voie de l'ex-

périence, aussi ce mémoire sera associé à un autre sur cette belle question. Les eaux du globe décomposent-elles l'acide carbonique qu'elles reçoivent de l'atmosphère ?

Pavie, 1.er Messidor an VI de la République.

Quelques Lettres et Fragmens de Lettres de Spallanzani à *Senebier*, et de Senebier à *Spallanzani*, propres à éclairer la question traitée dans les Mémoires précédens.

Lettre de Spallanzani du 8 Juin 1798.

Avant de répondre à votre lettre du 26 Mai, permettez-moi de vous entretenir un moment sur le Mémoire manuscrit qui accompagne cette lettre (1); en le lisant vous serez peut-être étonné que je me sois occupé de cette matière, mais apprenez-en la cause; c'est un pur accident qui l'a occasionné. Un jour que j'étois tracassé par la goutte, je réfléchissois sur l'opinion de quelques physiciens qui attribuent aux eaux du globe la propriété de décomposer l'acide carbonique produit dans l'atmosphère ; il me sembla que je pouvois résoudre ce problème d'après les principes du mémoire, et je le fis d'abord par ma première

---

(1) *Note de l'Editeur.* Ce Mémoire, que j'ai en manuscrit, est publié en entier à la tête de cet ouvrage : j'engageai Spallanzani à le garder pour le joindre à celui qu'il m'annonçoit, en l'assurant de l'originalité de sa recherche, et en lui annonçant qu'il ne paroissoit pas que personne s'occupât de cet objet.

expérience dont les autres ne sont que le développement.

Je vous envoie ce mémoire, parce que vous êtes beaucoup plus versé que moi dans ces matières, et que vous verrez d'abord, si j'ai frappé au but; d'ailleurs vos idées pourront me fournir le moyen de perfectionner cet écrit. Ensuite comme vous savez avant nous, par les Journaux, ce qu'on fait en France et en Allemagne, vous pourrez me dire, si le fond de mon ouvrage est neuf, ou si j'ai déjà été prévenu, parce que si les moyens que j'ai employés sont vraiment originaux, je désire d'insérer ce mémoire dans les *Annales de chimie de Paris*. Vous verrez que je promets un second mémoire sur l'amélioration de l'air atmosphérique par les végétaux; mais je ne veux y toucher que les résultats généraux, sans y nommer même les espèces de plantes que j'aurai employées, parce que ces détails sont seulement pour vous comme je le dirai dans ce second mémoire.

J'ai le plus grand plaisir à me trouver d'accord avec vous sur les points importans. Aux pag. 228 et 229 du tome I de vos *Mémoires physico-chimiques*, vous dites que les plantes au soleil doivent donner beaucoup moins de gaz oxygène dans l'air que sous l'eau, et vous en exprimez la raison à la page 180; vous confirmez encore cela dans la lettre instructive que vous m'avez écrite le 21 février dernier; mes recherches m'ont fait voir la même chose; ce qui est opposé à l'idée d'Ingenhouz, pag. 80 du Tom. II de ses *Expériences sur les végétaux*, que je citerai, et dont je montrerai l'erreur.

Vous prouvez aussi la grande influence du gaz acide carbonique sur la production du gaz oxygène par les plantes exposées au soleil sous l'eau chargée de cet acide, et je la montre aussi de diverses manières par plusieurs expériences variées.

Vous prouvez encore, contre l'assertion du physicien hollandois, que les plantes sous l'eau à l'obscurité ne donnent point d'air. Quoique je ne me croie pas capable de décider cette question entre vous et Ingenhouz, cependant je fais voir que je préfère votre opinion à la sienne : je raconterai que sur 114 plantes différentes, tenues dans des vases pleins d'eau à l'obscurité, il y en a eu seulement 10 qui m'ont donné un peu d'air, qui étoit un mélange d'acide carbonique et d'azote ; cependant ces plantes ont été onze heures à l'obscurité, et ce fut seulement au bout de ce temps que ces 10 plantes commencèrent à donner quelques bulles ; j'eus même lieu de soupçonner que ces plantes commençoient alors à se gâter.

Je suis donc parfaitement d'accord avec vous sur tous ces points, et je le suis de même sur la plus grande partie des points les moins importans.

Nous avons enfin reçu les derniers cahiers des *Annales de Chimie* de Paris ; j'ai lu avec plaisir, dans l'un d'eux, un Mémoire de Desaussure le fils, et j'ai vu qu'il vous y rendoit la justice que vous méritez, etc. (1).

---

(1) Je supprime ici diverses lettres qui ne seroient que la répétition des expériences racontées dans ce mémoire.

Extrait de quelques lettres écrites par Senebier à *Spallanzani* (1).

Je lui marquai que depuis long-temps j'avois trouvé que le gaz oxygène fourni par les plantes au soleil sous l'eau étoit mêlé avec l'acide carbonique, et que lorsque cet acide avoit été absorbé par l'eau, il restoit encore dans le gaz oxygène une impureté qui m'avoit paru le gaz azote; mais que j'étois embarrassé sur son origine, je lui appris que j'en avois parlé assez longuement dans un Mémoire lu à l'académie de Turin en 1790, et publié dans la collection de ses Mémoires. J'ajoutai cependant que j'étois encore plus assuré de l'existence de ce gaz azote dans l'air produit par les plantes depuis les expériences qu'il avoit faites.

Je lui parlai de ses expériences faites sur diverses plantes qui donnent à-peu-près la même quantité d'air dans l'eau privée d'acide carbonique et dans l'eau de chaux, comme dans l'eau chargée d'acide carbonique et dans l'eau commune, et dont l'air produit est à-peu-près aussi bon dans les deux cas; je lui disois que pour y mettre plus d'exactitude il faudroit peut-être faire comme moi les expériences dans l'eau bouillie et dans l'eau distillée.

---

(1) Les extraits de mes lettres sont ceux-là même que Spallanzani en avoit faits; je n'en avois aucune copie. J'ai cru convenable de parler à la première personne, afin que l'on vît bien qui étoit celui qui parloit, mais j'y ai joint les notes que Spallanzani y a mises.

A la suite de ce paragraphe, Spallanzani ajoute dans ses papiers, qu'il a eu les mêmes résultats que moi avec les mêmes eaux, c'est-à-dire que plusieurs plantes n'y donnoient point d'air, et qu'il n'a obtenu cet air dans ces eaux qu'avec les plantes grasses et les feuilles épaisses.

J'expliquai le phénomène des plantes grasses qui donnent de l'air dans les eaux privées d'acide carbonique, et même dans l'eau de chaux, par la nature même de ces plantes, dont le parenchyme fort épais est rempli d'une bonne quantité de cet acide carbonique ou de ses élémens (1).

Spallanzani, à la suite de cet extrait, explique le phénomène par l'irritation que l'acide carbonique doit produire dans ces plantes, et qui doit être bien plus grande que dans les plantes membraneuses; et il ajoute que Senebier doute à présent de cette irritabilité des plantes considérées en général (2).

Je continuai à lui parler de l'influence de l'acide carbonique pour faire donner de l'air aux plantes plongées sous les eaux chargées de cet acide, et je la prouvai par la même plante de menthe mise dans une eau privée d'acide carbonique et dans des eaux qui en étoient plus ou moins chargées; alors, dans

---

(1) J'entrerai encore dans quelques détails sur ces expériences curieuses, dont je me suis déjà occupé dans ma *Physiologie végétale*. [Cet ouvrage se vend chez J. J. PASCHOUD, Imprimeur-Libraire, à Genève.

(2) Il faut observer que ces notes faites aux extraits de mes lettres étoient le sujet des lettres nombreuses que Spallanzani m'a écrites sur ce sujet.

le premier cas, la plante ne donnoit presque point d'air, et dans les autres la quantité de l'air produit étoit proportionnelle à la quantité d'acide carbonique dissous dans ces eaux.

J'ajoutai que jusques alors j'avois été convaincu de la décomposition de l'acide carbonique par la lumière; que son carbone, qui restoit alors libre, entroit comme composant des plantes pour la plus grande partie; enfin je montrai, par des expériences, que le carbone en nature ne peut s'introduire dans les plantes par la suction, et que l'acide carbonique étoit le seul moyen connu qui pût introduire dans les végétaux cet élément si considérable de leur substance.

Je lui parlai de l'influence des fleurs sur l'air, et je lui disois que d'après mes expériences il ne me paroissoit pas qu'elles consumassent autant de gaz oxygène que les feuilles.

A cet article, Spallanzani ajoute, qu'une longue suite d'expériences lui avoit fait voir que les fleurs gâtoient l'air autant qu'Ingenhouz l'avoit dit; mais cette altération est-elle produite par la substance des fleurs, ou par leur odeur? Senebier croit que c'est le second cas; mais j'ai vu, dit-il, que les fleurs altèrent l'air avant d'être odorantes.

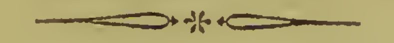
J'examine ensuite la production de l'air des feuilles de figuier, de rosier et de pêcher dans l'eau bouillie et l'eau commune, et je lui marquai que ces feuilles donnoient beaucoup moins d'air dans la première eau que dans la seconde.

En faisant la même expérience avec une plante

grasse, le *sedum anacampseros*, je trouvai précisément qu'il donnoit dans l'eau bouillie les $\frac{3}{8}$ de l'air produit par les feuilles de la même plante dans l'eau commune.

Je variai l'expérience. Une feuille de pêcher, restée d'abord dans l'eau bouillie, fut mise dans une autre eau bouillie, et le nombre des bulles fournies alors par cette feuille, comme leur grosseur, furent beaucoup diminuées, tandis qu'une autre feuille qui avoit été dans l'eau bouillie, mise dans les mêmes circonstances que la précédente dans l'eau commune, donna autant d'air sous l'eau commune au soleil, qu'une feuille du même arbre qui avoit été déjà sous l'eau commune pendant le temps que la première avoit été sous l'eau bouillie. Enfin je mis dans l'eau bouillie une feuille qui avoit été dans l'eau commune, et j'y recueillis le double d'air que lorsque j'avois mis d'abord la feuille dans l'eau bouillie.

Je répétai les mêmes expériences avec le même succès sur le *sedum anacampseros*, et je conclus que les feuilles, en passant de l'eau commune dans l'eau bouillie, diminuoient la quantité de l'air qu'elles y produisoient, et qu'en passant de l'eau bouillie dans l'eau commune, la quantité de l'air produit étoit augmentée; par conséquent, que l'air fourni dans l'eau bouillie étoit un air produit aux dépens de l'acide carbonique contenu dans la feuille.



EXTRAIT de deux autres LETTRES de SENEBIER, écrites le 25 août et à la fin de Septembre 1798.

J'observai à Spallanzani que j'avois remarqué quelques différences dans les résultats de mes expériences faites à Genève, et ceux de mes expériences que je faisois alors à Rolle, mais que cette différence étoit produite par la différente quantité d'acide carbonique contenue dans les eaux que j'avois employées; que mes récipiens remplis de cette eau, et renversés sur leur ouverture, donnoient à Rolle un peu d'air au soleil, et qu'après l'expérience, qui duroit un jour, je trouvois encore de l'acide carbonique dans l'eau.

Je fis cette expérience avec l'eau de Rolle, et une eau bouillie qui contenoit au moins un volume d'acide carbonique égal à celui que j'avois trouvé dans la première; après l'expérience je trouvai plus d'acide carbonique fourni par cette eau que par l'autre, et je concluois qu'il y avoit des eaux comme celles de Genève, qui contenoient de l'acide carbonique, et qui ne le laissoient pas s'échapper au soleil dans les vases clos et pleins, lorsqu'elles contenoient moins d'acide carbonique que les dernières, quoiqu'il y en eût pourtant une certaine quantité (1).

---

(1) Spallanzani, dans son mémoire, a observé la même chose sur les eaux qu'il chargeoit d'acide carbonique, et M. Paul a pourtant trouvé que l'acide carbonique reste plus fortement uni à l'eau quand elle tient avec lui dissoute une certaine quantité de carbonate calcaire.

Je lui racontai que si l'on chargeoit d'acide carbonique l'eau bouillie comme la précédente, et si l'on y exposoit au soleil des feuilles du *sedum anacampseros* dans les mêmes circonstances que celle où avoit été l'eau seule acidulée par l'acide carbonique; dans ce cas les feuilles du *sedum anacampseros* me fournissoient un volume d'air égal à un volume d'eau de 28,90 grammes, ou de 538 grains $\frac{2}{3}$, où je trouvai $\frac{1}{7}$ d'acide carbonique, tandis que la même quantité d'eau également acidulée ne me fournissoit qu'un volume d'acide carbonique égal à un volume d'eau de 689,99 milligrammes, ou de 13 grains; d'où je concluois que l'acide carbonique produit ne vient pas seulement de l'eau, mais encore de la plante comme le gaz oxygène.

Spallanzani observe que ces expériences ne sont pas décisives, puisque cet acide carbonique peut être venu de l'eau. Ces feuilles ayant commencé d'abord à donner du gaz oxygène, qui a facilité la sortie de l'acide carbonique, comme une lame d'air mise en contact avec l'eau acidulée par l'acide carbonique facilite l'émission de ce gaz.

J'observe cependant deux choses sur cette remarque; la première c'est qu'il ne nie pas que la plante ait pu fournir cet acide carbonique, et il a bien montré, que les plantes donnoient hors d'elles beaucoup d'acide carbonique, surtout celles qui font observer les petits jets d'air qui en sortent, comme je les avois sous les yeux, 2.° le volume d'acide carbonique égal à un volume d'eau de 689,99 milligrammes, ou de 13 grains, faisoit bien cette

lame d'air qui devoit favoriser l'émission de cet acide carbonique.

Je lui racontai les résultats fournis par les feuilles du *sedum anacampseros* mises dans l'eau bouillie, dans l'eau commune contenant naturellement de l'acide carbonique, et dans l'eau qui en étoit chargée artificiellement. Ces feuilles, dans l'eau bouillie, donnoient très-peu d'air, beaucoup plus dans l'eau commune, et infiniment plus dans l'eau chargée d'acide carbonique. Cette expérience fut faite le matin pendant cinq heures et demie au soleil, entre lesquelles il y en eut deux où le soleil fut quelquefois voilé par les nuages; je la répétai l'après-midi, au soleil, pendant cinq autres heures de cette manière.

Une feuille de la même plante, restée le matin au soleil dans l'eau bouillie, fut remise l'après-midi au soleil dans l'eau bouillie, où elle donna à peine une bulle d'air; une feuille semblable, tenue dans l'eau bouillie le matin et mise de même dans l'eau commune, y donna un volume d'air égal à un volume d'eau de 1,80 grammes, ou de 34 grains, et une feuille semblable mise de même dans une eau chargée d'acide carbonique, y donna un volume d'air égal à un volume d'eau de 14,38 grammes, ou de 262 grains.

Une feuille restée le matin dans l'eau commune, et remise l'après-midi dans l'eau commune au soleil, y donna un volume d'air égal à un volume d'eau de 1,59 grammes, ou de 30 grains; une autre semblable, mise dans l'eau bouillie au soleil, fournit un volume d'air égal à un volume d'eau de 79,62 milligrammes,

ou d'un grain $\frac{1}{4}$; et une feuille semblable, mise de même dans l'eau chargée d'acide carbonique, y donna un volume d'air égal à un volume d'eau de 28,90 grammes, ou de 538 grains.

Ces expériences me semblent prouver clairement l'influence de l'acide carbonique sur la production de l'air.

J'ajoutai encore à tout cela une nouvelle considération qui me sembloit frappante; les feuilles du *sedum* qui avoient donné le plus d'air surnageoient l'eau; il falloit donc qu'elles continssent encore de l'air, puisqu'elles alloient à fond quand elles en étoient privées, et elles en devoient contenir autant puisqu'elles n'avoient point une apparence flétrie. D'où vient donc cet air qui est sorti, s'il y en a encore autant dans la feuille qui en a déjà fourni infiniment au-delà de ce qu'elle peut en contenir, et qui en a autant qu'elle en avoit au commencement de l'expérience, puisqu'elle surnage semblablement? Il faut donc que cet air se soit reproduit aux dépens de l'acide carbonique qui y est entré avec l'eau; il faut que l'acide carbonique se soit décomposé, et je rendois cette décomposition probable par les expériences de Tennant, de Giobert et de Pearson par la voie sèche, comme par les expériences de Mussin-Puskin par la voie humide. Il faut donc recourir à ce moyen, puisque les expériences ne permettent pas d'admettre la décomposition de l'eau. D'ailleurs, pour l'ordinaire, on voit la production du gaz oxygène produit par les plantes sous l'eau au soleil, s'accroître jusques à un certain point avec l'augmentation de l'acide carbonique dissous dans l'eau.

Spallanzani m'accorde cette conclusion, quant à l'influence du gaz acide carbonique pour faire produire aux plantes le gaz oxygène, lorsqu'elles sont exposées au soleil sous l'eau chargée de cet acide; mais il observe qu'il a vu des plantes semblables donner une égale quantité d'air dans les eaux privées de cet acide par l'eau de chaux, et dans celles qui en contenoient.

J'observerai seulement ici, que quelques plantes peuvent rendre, sous l'eau privée d'acide carbonique, l'air dont elles peuvent contenir les élémens dans leur parenchyme, et comme on sait qu'une eau trop fortement acidulée pour la constitution particulière de quelques plantes empêche sa production, il est possible qu'elle lui permette de rendre celui qu'elle contient, sans lui permettre de se charger d'une nouvelle quantité de cette eau fortement acidulée, pour en rendre davantage.

Spallanzani remarque ensuite que l'air rendu par les plantes grasses sous l'eau chargée d'acide carbonique n'est que l'acide carbonique dégagé de l'eau acidulée.

Je répondrai que je n'ai jamais douté qu'il y eût de l'acide carbonique produit par l'eau acidulée dans l'eau rendue par les plantes qui y étoient exposées au soleil; j'ai même dit qu'il y avoit quelquefois environ $\frac{1}{7}$ d'acide carbonique dans cet air; mais quand j'ai vu souvent qu'il me falloit trois ou quatre mesures de gaz nitreux pour en saturer une d'air produit par les plantes exposées sous l'eau chargée d'acide carbonique au soleil, je n'ai pu concevoir

que la plus grande partie de cet air fût de l'acide carbonique, et cela m'étoit d'autant plus difficile à reconnoître, que l'air fourni pour l'ordinaire par la plupart des plantes exposées sous une eau suffisamment chargée d'acide carbonique étoit meilleur que celui qu'elles rendoient dans l'eau commune, comme on peut le voir dans les ouvrages que j'ai publiés sur ce sujet, et Ingenhouz a vu cela comme moi.

Spallanzani remarque encore, d'après ses observations et les miennes, que l'air produit sous l'eau au soleil n'est point celui qu'elles contenoient; mais il soupçonne qu'il a été extérieurement produit, puisque ces plantes donnent de l'air par l'expression, après en avoir donné sous l'eau comme dans leur état naturel; ce que Senebier confirme par la feuille de *sedum*, qui surnage après avoir donné tout le jour une grande quantité d'air.

J'observerai à cet égard que cela peut très-bien être, et que cela doit être puisque cela a été; si la feuille reçoit de l'acide carbonique pour le décomposer, à mesure qu'elle chasse hors d'elle le gaz oxygène résultant de la décomposition de cet acide qui se renouvelle toujours; ce qui me paroît d'autant plus probable que lorsque la feuille commence à perdre de sa faculté vitale, ou de son énergie, pour décomposer l'acide carbonique et en recevoir du nouveau, elle se fronce, se ride et gagne le fond de l'eau.

Je lui racontai ensuite que j'avois pris des feuilles du même *sedum*, gardées dans la chambre, attachées à leur tige et pendues au plancher; je les mis

dans l'eau, elles y surnagèrent encore, et quand elles y furent restées, elles y reprirent une apparence de fraîcheur. J'exposai une feuille fraîche au soleil, sous l'eau commune, et une autre dans l'eau bouillie; la première donna un volume d'air égal à un volume d'eau de 44 grains; la seconde donna un volume d'air égal à un volume d'eau de 4 grains et $\frac{1}{3}$; une feuille altérée sous l'eau commune donna un volume d'air égal à un volume d'eau de 19 grains, et dans l'eau bouillie le volume d'air produit fut égal à un volume d'eau d'un grain. Les feuilles altérées reprirent leur fraîcheur dans l'eau commune, mais elles la reprirent peu dans l'eau bouillie, elles y allèrent à fond et surnagèrent dans l'eau commune; ce qui me faisoit conclure que l'acide carbonique entré avec l'eau commune dans les feuilles leur conservoit leur gravité spécifique naturelle par le gaz qui s'y étoit introduit et élaboré.

Mais comment l'eau bouillie qui pénètre ces feuilles leur rend-elle une vigueur moindre que l'eau commune? Il est clair que cela doit être dans ma façon d'envisager le fait; les deux eaux pénètrent également les feuilles, mais elles les pénètrent différemment; l'eau bouillie n'y porte que l'eau; l'eau commune y porte l'aliment qui peut augmenter la vigueur de la plante, et le gaz qui se dégage et se dilate diminue sa pesanteur spécifique; aussi la première gagne le fond, quand elle a perdu la petite quantité d'air qu'elle contenoit, parce qu'elle ne sauroit en reprendre du nouveau dans l'eau bouillie; et la seconde, au contraire, se remplit d'un nouvel air

que

que l'eau lui porte à mesure qu'elle en évacue, et elle continue à végéter et à surnager.

Enfin je remarquerai que Spallanzani fit quelques expériences analogues à celles que j'avois faites, et que je lui avois décrites dans mes lettres sur *l'aloë cœrulescens glauca* et le *cactus cochinilifer.*

Je ferai remarquer encore ici que le gaz acide carbonique doit entrer dans les plantes et s'y décomposer, 1° parce que lorsqu'on augmente la quantité de l'acide carbonique dans l'eau jusques à un certain maximum déterminé par la natnre de la plante, comme je l'avois observé, il y a bien long-tems, on augmente la quantité de l'air produit; 2° parce que la propriété des feuilles de donner du gaz oxygène sous l'eau ne s'épuise pas si vîte, lorsque la feuille ne s'altère pas trop; j'en ai eu qui m'en ont donné de cette manière pendant deux mois, lorsque je renouvelai l'eau acidulée; si donc la quantité de l'acide carbonique influe sur la production du gaz oxygène par les feuilles exposées au soleil sous l'eau chargée de cet acide; si ces feuilles continuent à donner ce gaz lorsque l'acide se trouve dans l'eau pendant deux mois, et si elles perdent cette propriété dans l'eau qui en est privée, il faut reconnoître que l'eau ne peut être la cause de cet effet, qu'elle n'a pu fournir le gaz oxygène produit, et qu'il est par conséquent très-probable que l'acide carbonique a concouru à sa production.

Spallanzani remarque, que la fraîcheur reprise par les feuilles altérées de mon *sedum* est un effet bien naturel, puisque les feuilles souffrant de la sé-

cheresse reprennent leur couleur et leur élasticité lorsqu'on les arrose ; de sorte qu'il n'y a d'autre effet à y voir, que celui de la suction de l'eau, et comme l'altération est produite par l'atrophie, le rétablissement est amené par l'eau qui leur sert d'aliment.

Cette raison seroit sans réplique, si le changement dans l'eau bouillie et l'eau commune étoit le même; mais il ne l'est pas par l'expérience, puisque le rétablissement est plus prompt et plus complet dans l'eau commune que dans l'eau bouillie, et puisque dans le premier cas la feuille surnage l'eau et qu'elle ne la surnage pas dans le second.

Spallanzani ajoute dans ses notes : voici le fondement de mes doutes, comme je l'ai écrit à Senebier ; l'eau acidulée par l'acide carbonique où les plantes ont été exposées au soleil, et où elles ont donné beaucoup de gaz oxygène, conserve l'acide carbonique qu'elle avoit auparavant, comme je m'en suis assuré par l'eau de chaux. Si donc il y avoit eu de l'acide carbonique décomposé, l'eau en auroit nécessairement perdu, et il y en auroit eu moins, ce qui est contraire à mon expérience; au reste, ce que je dis ici de l'acide carbonique de l'eau environnant la feuille ne prouve rien contre l'acide carbonique circulant dans les organes de la plante.

Cette expérience est vraiment tranchante, et elle ne pouvoit être imaginée et exécutée que par un génie de la force de l'excellent Spallanzani, aussi ébranla-t-elle ma conviction sur la bonté de mon opinion, pour expliquer la production du gaz oxygène par les plantes exposées sous l'eau au soleil,

et je conclus la lettre que j'écrivis à ce grand homme, comme il le remarque dans ses notes par ces mots : ces considérations, et quelques autres, me font suspendre mon jugement sur la décomposition de l'acide carbonique dans les feuilles; elles vous feront imaginer mieux qu'à moi les moyens de la confirmer ou de la détruire, et quoique j'eusse repris plus de confiance dans ce moyen, que je crois employé par la nature pour faire produire le gaz oxygène aux plantes, en établissant la décomposition de l'acide carbonique, lorsque je publiai ma *Physiologie végétale;* cependant dans les *Desiranda* que j'ai ajouté à cet ouvrage sur cette partie de la science, Tom. 5, pag. 297, je mets celui-ci. Examiner encore l'opinion de Hassenfratz, qui proscrit la décomposition de l'acide carbonique, afin de détruire ou de confirmer mes idées sur la décomposition de cet acide par de nouvelles observations. Je pense avoir bien montré, de cette manière, que j'aime mieux pour moi et pour les autres la vérité que mes opinions.

Cependant, comme je n'ai pas renoncé à cette opinion, et que je l'ai adoptée dans ma physiologie, je dois donner les raisons qui m'empêchent de la rejeter; elles seront tirées de l'expérience elle-même, décrite par Spallanzani, et de diverses autres considérations, qui me paroissent avoir quelque force.

Je vois d'abord que l'expérience a été faite avec deux plantes, le *sempervivum tectorum* et le *choux*, qui contiennent beaucoup d'air, et qui en donnent toujours beaucoup; le premier même en fournit dans l'eau privée d'acide carbonique, et comme l'expé-

rience n'a duré que deux heures et demie, et qu'il n'y a eu qu'un quart de pouce cube d'air produit, il n'est pas absurde de croire que le gaz oxygène qu'on a eu n'étoit probablement que celui qui étoit dans les feuilles de ces plantes, ou plutôt dans ses élémens renfermés par le parenchyme des feuilles; 2.° il est difficile d'imaginer qu'il n'y eût pas de l'acide carbonique séparé de l'eau où il étoit, en supposant même que les feuilles n'en eussent point pris, puisque Spallanzani a prouvé que lorsqu'il y a une lame d'air sur l'eau chargée d'acide carbonique, il y a un grand dégagement de cet acide contenu dans l'eau; 3.° l'action du soleil sur cette eau devoit favoriser le dégagement de cet air d'après les expériences de notre célèbre auteur; 4.° l'exposition seule de l'eau qui servoit de clôture au vase de l'expérience, devoit perdre beaucoup de ce gaz dans son exposition à l'air libre; 5.° la prodigieuse difficulté de faire cette expérience d'une manière rigoureuse, soit par la difficulté d'enlever parfaitement l'acide carbonique à l'eau par l'eau de chaux, soit par la difficulté plus grande encore d'estimer la petite différence qu'il pouvoit y avoir entre l'acide carbonique contenu avec l'eau acidulée où les plantes avoient été, et celui qui étoit dans l'eau où il n'y avoit point eu de plantes, puisque cela dépendoit de l'égale dessication du carbonate calcaire : toutes ces difficultés m'ont paru insurmontables. Le flacon contenoit cinq pouces cubes, il y en avoit un occupé par les feuilles, de sorte qu'il restoit quatre pouces d'eau, dont chaque pouce devoit fournir ½

grain de carbonate calcaire; de sorte qu'il y en auroit eu deux grains, qui devoient contenir environ $\frac{40}{100}$ de gaz acide carbonique, et l'on ne tient pas compte de l'eau acidulée restée adhérente aux feuilles; mais je m'arrête, ces difficultés et mille autres empêchèrent Desaussure de refaire cette expérience comme je l'en avois prié, mais je reviendrai sur ce sujet dans le Mémoire suivant.

J'avois fait des expériences rapportées dans mes précédens ouvrages, qui m'ont semblé, comme à d'autres, montrer l'influence du gaz acide carbonique pour la production du gaz oxygène; telles sont celles en particulier où les feuilles ont donné pendant plusieurs jours du gaz oxygène, lorsqu'elles ont été exposées au soleil sous l'eau chargée de cet acide; je voyois alors la quantité de l'air fourni diminuer avec la quantité de l'acide carbonique contenu dans l'eau, et je réussissois à rappeler cette production en introduisant de l'acide carbonique dans cette eau.

J'en ai donné une preuve qui me paroît plus forte, lorsque je scellai dans des phioles remplies d'eau chargée d'acide carbonique des rameaux de pêcher, de mérisier et de framboisier, de manière que l'eau ne pût y entrer ni le gaz acide carbonique, mêlé avec l'eau que je mettois dans ces phioles, en sortir; je les fis passer séparément sous de grands récipiens pleins d'eau commune, ou d'eau chargée d'acide carbonique, et lorsque j'eus scellé d'autres rameaux égaux et semblables dans de petites phioles parfaitement vides, je les fis passer en même temps et séparément sous des récipiens égaux en capacité aux

précédens et pleins de la même eau qu'eux, pour les exposer tous ensemble au soleil pendant une journée; alors je trouvai dans les récipiens, où étoient les rameaux plongés dans des phioles remplies d'eau chargée d'acide carbonique, une quantité au moins décuple du gaz oxygène qui s'étoit produit sous les récipiens où étoient les rameaux scellés dans les phioles vides; que peut-on conclure de la différence de ce produit, sinon que l'acide carbonique contenu dans l'eau qui remplissoit la phiole, étoit monté dans le rameau, en avoit pénétré les feuilles et s'étoit ajouté à celui que les feuilles avoient sucé dans l'eau, et qu'il s'y étoit décomposé par l'action du soleil sur les feuilles.

Je fis une autre expérience qui m'a semblé confirmer mon opinon; je mis des feuilles du *sedum anacampseros* dans l'eau sous un récipient plein d'eau et placé sous celui d'une pompe pneumatique, je fis le vide et l'air que les feuilles contenoient en sortit, alors elles gagnèrent le fond du vase, où elles restèrent: je me dis donc, ces feuilles sont privées d'air; si le gaz acide carbonique y rentre avec l'eau, s'il y abandonne l'eau il doit les ramener à la surface de l'eau en gonflant les vésicules qui le contiennent, et si elles donnent alors du gaz oxygène en les exposant ainsi au soleil, il doit être produit par l'acide carbonique qui y sera entré avec l'eau.

Je retirai donc mes feuilles de dessous l'eau, où elles étoient et j'en fis passer sous des récipiens pleins d'eau chargée d'acide carbonique et sous d'autres pleins d'eau bouillie; mais je pensai, qu'il falloit

d'abord les laisser dans la même température, où elles étoient, parce que comme je savois qu'il est extrêmement difficile de priver les feuilles de tout l'air qu'elles contiennent, il arriveroit qu'en exposant les feuilles à une température plus haute, elles pourroient surnager encore par la dilatation de l'air qui auroit pu y rester. Qu'arriva-t-il donc ? Au bout d'un quart-d'heure les feuilles surnagèrent dans l'eau chargée d'acide carbonique, et restèrent au fond du vase dans l'eau bouillie. Je pouvois donc conclure que le gaz acide carbonique étoit entré avec l'eau dans les feuilles, recouvertes par cette eau; ou que la feuille avoit extrait l'acide carbonique de l'eau où elle plongeoit; de sorte que je ne pouvois me dissimuler, que l'acide carbonique étoit entré dans la feuille.

Ensuite j'exposai ces feuilles sous leur récipient au soleil; alors je vis deux ou trois feuilles qui étoient sous l'eau bouillie s'élever à la surface de l'eau, et je trouvai sous le récipient une petite bulle, qui devoit être nécessairement une bulle restée dans la feuille; mais en les replaçant sous une nouvelle eau bouillie, elles cessèrent de fournir d'autres bulles; cette bulle étoit donc bien le reste de l'air contenu dans la feuille.

Quant aux feuilles qui étoient sous les récipiens pleins d'eau chargée d'acide carbonique, elles donnèrent du gaz oxygène comme ces feuilles ont coutume d'en donner dans cette circonstance; aussi comme Spallanzani a vu avec moi l'air sortir du centre des feuilles, et comme j'avois prouvé dans

mes *Mémoires physico-chimiques* que l'épiderme des feuilles de joubarbe ne donnoit point d'air au soleil, et que le parenchyme écorché en donnoit beaucoup, je conclus, que l'air sortoit de la feuille, et qu'il étoit bien probable que l'acide carbonique qui avoit pénétré la feuille en étoit la source; cependant je me garderai bien de dire à présent que cette preuve soit rigoureusement démonstrative, quoique je ne voie pas ce qu'on peut lui opposer.

Enfin j'ai une nouvelle probabilité en faveur de mon opinion : je la tire de la grande quantité d'air qu'une infusion de tan fait produire aux plantes que l'on expose au soleil dans cette infusion, comme je l'ai prouvé dans ma *Physiologie végétale;* car puisque l'acide gallique est une combinaison d'oxygène et de carbone de même que l'acide carbonique; je peux encore conclure, que les mêmes effets devant avoir les mêmes causes et l'acide gallique se décomsant très-facilement, il résulte de cette expérience que l'acide gallique doit par sa décomposition produire les mêmes effets que l'acide carbonique et réciproquement.

Je peux ici employer encore les belles expériences de M.r Desaussure dans ses *Recherches chimiques sur la végétation*, qui sont des conséquences naturelles de la théorie que j'avois établie, et comme elles reposent toutes sur la décomposition de l'acide carbonique, et que chacune la démontre d'une manière différente; je puis encore dire que la probabilité de la décomposition de l'acide carbonique dans les plantes est augmentée par toutes les découvertes capitales

que le génie de ce savant naturaliste lui a fait faire en la suivant.

J'ai préféré joindre ces réponses aux notes que Spallanzani a laissé sur mes lettres plutôt que de les renvoyer au mémoire que je joindrai à celui-ci, et dans lequel je traiterai ce sujet plus à fond; parce que chacun pourra voir quelle étoit la nature de l'aimable et instructive correspondance que nous avons soutenue pendant 25 ans; j'en regrette tous les jours davantage la perte, un ami comme lui ne se remplace pas, et les sciences ne retrouvent pas beaucoup d'hommes qui lui ressemblent par leur amour pour la vérité, et par leurs moyens pour la découvrir et la faire connoître.

Je joins encore ici des notes générales de Spallanzani sur mes lettres avant de donner la lettre elle-même qu'il m'écrivit d'après ces notes que je viens de traduire, et auxquelles j'ai répondu en partie comme je viens de le faire : mais s'il avoit prolongé sa vie plus long-temps, je lui aurai fait connoître quelques-unes des réflexions et des expériences que je viens d'exposer à présent, afin de les discuter avec lui.

Spallanzani ajoute ensuite dans ses notes : nous n'avons aucune preuve directe de la décomposition de l'acide carbonique, cependant tout concourt pour prouver que cet acide favorise la production du gaz oxygène dans les plantes et augmente sa quantité.

Que faut-il penser de la décomposition de l'eau? Dans ma lettre à Senebier, j'ai déjà dit qu'il n'y en avoit aucune preuve directe; mais on doit observer

encore, que si l'expérience montre cette décomposition opérée par la chaleur, elle n'est pourtant l'effet que de l'absorption que les combustibles font de l'oxygène, ce qui met l'hydrogène à nu, cependant on n'a pas vu encore l'oxygène dégagé par l'absorption de l'hydrogène.

Tout se réduit donc à ceci : les plantes sous l'eau au soleil donnent le gaz oxygène. D'où vient-il ? Est-il démontré qu'il ne sorte pas de l'intérieur des végétaux ? Jusques à présent, on n'en voit que deux sources ; la décomposition de l'eau et celle de l'acide carbonique. La seconde est hypothétique, quoique Senebier dise qu'elle est probable par les expériences de Tennant, Giobert, Pearson, Mussin-Puskin. La décomposition de l'eau n'est pas moins hypothétique ; mais il faut dire que si l'on rejette ces deux hypothèses, on ne peut expliquer la production du gaz oxygène par les plantes.

Je remarquerai encore, que lorsqu'on fit la découverte du gaz oxygène produit par les plantes, on crut expliquer la production de ce gaz d'une manière plausible par la décomposition de l'eau, et cette idée est bien dans l'analogie de la nouvelle chimie ; mais cette explication a été reçue par les physiciens sans aucun examen ultérieur. Senebier est le seul qui l'ait combattue indirectement, en cherchant à montrer que la décomposition de l'acide carbonique est la cause productrice de ce gaz oxygène (1).

(1) *Note de l'Editeur.* Ici finissent les notes de Spallanzani.

Je n'ajoute qu'un mot, quoique le jugement de Spallanzani me paroisse sévère, et quoiqu'il doive le paroitre après toutes les observations que j'ai faites; je me suis fait un plaisir de le publier, parce que je ne le trouve pas à rigueur sans fondement, et parce qu'il porte l'empreinte de cette logique scrupuleuse et de cet amour pour la vérité qui ont toujours caractérisé les recherches de mon illustre ami.



Lettre de Spallanzani du 27 Septembre 1798 (1).

.... Je vois bien qu'avant moi vous avez vu les jets d'air qui sortent des plantes exposées sous l'eau au soleil, et qu'ils avoient été aussi remarqués par Ingenhouz.

Je n'avois point observé le phénomène des taches qui se font sur quelques feuilles exposées sous l'eau au soleil, votre explication me semble bonne; vous pouvez l'établir encore par l'hydrophane (2). Voici

(1) *Note de l'Editeur.* J'ai supprimé de cette lettre tout ce qui n'étoit pas relatif immédiatement à ce mémoire.

(2) *Note de l'Editeur.* Ces taches se peignent sur les feuilles, par exemple, du framboisier, du figuier, lorsqu'on les expose au soleil, sous l'eau chargée d'acide carbonique; elles forment de gros points d'un verd plus clair, disséminés sur la surface de la feuille, et leur nombre augmente à mesure que les feuilles restent plus long-temps en expérience. Je sortis de l'eau une de ces feuilles, et je la laissai pour l'examiner; deux heures après je voulus voir ce qu'elle offroit de particulier, et je trouvai les taches disparues; je pensai que ce pouvoit être l'eau qui avoit remplacé l'air, et qui

une observation que j'ai faite sur les feuilles du *rubus idœus;* lorsque ses feuilles ont donné sous l'eau l'air qu'elles pouvoient donner, je les tirai de l'eau, et je les exposai à la vive lumière avec d'autres fraîchement coupées. Les premières me parurent plus transparentes que les secondes, leur vert étoit plus clair, et elles surnageoint moins bien qu'elles.

Vous m'apprenez un autre phénomène qui m'étoit inconnu comme le précédent; c'est celui de la pureté de l'air recueilli sur les feuilles qui est moindre, que celle de l'air commun. Ces deux choses me paroissent intéressantes par leurs conséquences, vous attribuez la dernière à l'acide carbonique de l'atmosphère qui s'y dépose, ou qui sort de la plante, vous pouvez le vérifier par l'analise de l'air

Nous sommes parfaitement d'accord sur ce qu'il n'y a aucune preuve de la décomposition de l'eau par les plantes, qui y sont exposées au soleil; elle devroit produire l'absorption de l'hydrogène par la plante, et le dégagement de l'oxygène; mais je ne connois aucune expérience pour le démontrer; tandis qu'il y en a mille pour établir cette décomposition par l'absorption de l'oxygène dans les corps combustibles qui abandonnent l'hydrogène. Il n'est

---

avoit rendu l'épiderme plus transparent, comme l'eau donne la transparence au papier mouillé, aussi reprennent-ils tous deux leur opacité quand l'eau introduite s'est évaporée. Cette expérience me paroît capitale, parce qu'elle montre que l'air sort de l'intérieur de la feuille, et j'en ai eu la preuve, puisque le phénomène paroît de même quand on place ces feuilles dans l'eau, sous la pompe pneumatique, et que l'on fait le vide.

pourtant pas démontré que la nature ne puisse avoir des moyens jusques à présent inconnus pour opérer cette décomposition par le dégagement de l'oxygène, et que ce moyen ne soit la végétation des plantes combinée avec la lumière solaire.

Il est vrai, comme vous le dites, que dans cette supposition on devroit obtenir également le gaz oxygène dans les eaux bouillies et distillées, comme dans celle qui est imprégnée d'acide carbonique; mais je vous dirai aussi, que j'ai fait des expériences avec ces eaux sur des plantes grasses et que j'ai obtenu de quelques-unes d'elles une égale quantité d'air également bon, comme avec l'eau de mon puits; cependant avec un nombre de plantes plus grand, j'ai observé précisément le contraire. Ne seroit-il pas possible, que l'organisation de plusieurs plantes fût telle, qu'avec l'intermède de la lumière, il fût nécessaire de recourir à un second qui seroit l'acide carbonique? Diverses expériences que vous rapportez, dans lesquelles il y a eu dans des cas particuliers du gaz hydrogène produit par quelques plantes, deviendroient un argument plausible en faveur de la décomposition de l'eau; parce que dans ces cas l'hydrogène ne se fixeroit pas entièrement dans les plantes, et en laisseroit une partie à nu. Je conviens bien avec vous de bon gré, de ne vous avoir donné ici que des subtilités, qui prouvent tout au plus que cette décomposition de l'eau n'est pas impossible, et qu'elle pourroit être la cause du gaz oxygène fourni par les plantes.

J'ai déjà noté dans mon mémoire que je me ferai

un devoir de publier, que la découverte du gaz azote rendu par les plantes vous appartient, et que je n'ai fait que la confirmer.

Je vous ai donné les exemples de quatorze plantes qui donnent au soleil une égale quantité d'air dans l'eau chargée d'acide carbonique, comme dans celle qui en est privée. Vous observez sagement que toutes ces plantes sont grasses, toutes riches en parenchyme, que ce parenchyme, par conséquent, peut être imprégné d'acide carbonique, et que par conséquent, il est en état de fournir abondamment du gaz oxygène au soleil dans l'eau privée d'acide carbonique. Cette pensée me fit un grand plaisir, d'autant plus qu'ayant fait ensuite plusieurs expériences sur d'autres plantes grasses, j'ai toujours trouvé les résultats opposés à ceux que me fournissoient les plantes membraneuses exposées au soleil dans des eaux privées d'acide carbonique; celles-ci ont toujours donné dans les eaux chargées d'acide carbonique une quantité d'air beaucoup plus considérable, que celles qui étoient exposées au soleil dans des eaux privées de cet acide.

Je ne savois pas que vous eussiez des doutes sur l'irritabilité des plantes, parce que vous m'aviez paru la reconnoître autrefois; les exemples en sont pourtant bien multipliés. Suivant donc vos nouvelles idées vous devez être bien éloigné de ma conjecture sur la différence de la production de l'air dans ces deux cas; mais je vous prie de réfléchir, que quand les plantes ne seroient pas irritables, vous ne pouvez pourtant pas nier, que l'acide carbonique a quelque

influence sur elles, et qu'il est raisonnable de penser, que cette influence doit varier avec leur organisation; ce qui suffiroit pour faire croire, que l'acide carbonique agit mécaniquement sur les plantes, pour leur faire produire plus d'air; alors mon hypothèse fondée sur l'irritabilité des plantes pourroit subsister.

Vous prouvez de nouveau l'influence de l'acide carbonique sur la production du gaz oxygène par les plantes avec un appareil d'expériences si nombreuses, si convaincantes et si belles qu'elles mettent votre théorie dans le plus beau jour. Pour ne pas rendre cette lettre trop longue je n'en examinerai que quelques-unes.

L'origine du charbon dans les plantes est un problème qui n'a pas été encore clairement résolu, et qui mérite de l'être; il intéresse fortement les progrès de la physique végétale. La décomposition de l'acide carbonique fournit une raison plausible de l'origine du charbon dans les plantes; d'autant plus que vous m'apprenez, que l'on ne peut introduire le charbon en nature dans les plantes avec les sucs qui y montent, parce que vous vous êtes convaincu par des expériences, que l'on ne peut obtenir cet effet par l'introduction de la séve dans leurs racines.

Mais il me semble que la nature pourroit opérer ce qui est impossible à l'art. Je veux dire qu'elle a des moyens pour produire lentement la dissolution du charbon dans l'eau sucée par les racines, et il me semble avoir lu dans les *Annales de chimie*, qu'on a prétendu expliquer comment l'eau des fumiers tient le charbon dissous et le fait entrer dans les plantes.

Vos feuilles de figuier, de rosier, de pêcher donnent infiniment plus d'air dans l'eau aérée que dans l'eau bouillie. Votre *sedum anacampseros*, quoiqu'une plante grasse vous a fourni des résultats qui ne se sont pas beaucoup écartés de ceux que les autres plantes vous ont offerts. Je n'avois pas cette plante; de sorte que je n'ai pu la soumettre à l'expérience; mais j'ai répété vos expériences sur les trois autres feuilles, et les résultats que j'ai obtenus ont été semblables à ceux que vous avez eus; je n'ai pourtant pas pu trouver le temps de varier ces expépériences comme vous l'avez fait.

Vous avez fait à Rolle une nouvelle expérience avec de l'eau qui contenoit une plus grande quantité d'acide carbonique, que celle que vous aviez employée à Genève précédemment, et en remplissant avec elle des récipens que vous avez renversé sur leur ouverture dans des vases pleins d'eau, vous avez obtenu quelque peu d'air, que vous n'aviez pas observé dans vos premières expériences; vous avez répété cette expérience avec de l'eau contenant au moins un volume d'acide carbonique égal au sien, et alors vous avez eu avec cette eau au soleil une plus grande quantité d'air. En observant les mêmes circonstances, vous avez mis dans l'eau les feuilles d'une plante et alors vous avez eu au soleil avec le gaz oxygène une plus grande quantité d'acide carbonique que celle que vous aviez eue avec l'eau commune, et vous en tirez néanmoins la conséquence, que l'acide carbonique trouvé sur l'eau avec le gaz oxygène n'est pas sorti de l'eau, mais des

des feuilles. Permettez-moi de vous dire qu'il y a de l'erreur dans votre conséquence; puisque suivant mes idées, cette abondance d'acide carbonique pourroit venir de l'eau qui en contient : car par le moyen de la plante vous avez obtenu du gaz oxygène, et ce gaz a favorisé la sortie de l'acide carbonique hors de l'eau comme une lame d'air commun produit cet effet (1).

Cette conséquence que vous avez tirée, et que je n'ai pas crue tout-à-fait contraire à la vérité m'a fait naître des scrupules sur la mienne, que j'appuyois sur ces jets d'air qui sortent de l'intérieur de quelques plantes, comme je vous l'ai déjà écrit, parce que j'avois trouvé de l'acide carbonique dans l'air qu'ils m'avoient fourni, et j'en concluois comme vous, que cet acide carbonique sortoit aussi de la plante; mais revenant sur cette expérience, j'ai vu que l'on pouvoit l'expliquer autrement dans l'hypothèse de la décomposition de l'eau; puisqu'on pourroit dire, que cet acide est le résultat de la combinaison du charbon des plantes avec l'oxygène de l'eau.

Vous verrez sûrement que ces considérations se réduisent à rien, puisque vos expériences vous ont montré comme vous me le marquez, que le

---

(1) *Note de l'Editeur.* J'avois eu tort en partie dans cette conséquence, mais il est sûr que si l'eau acidulée fournit de l'acide carbonique, la plante, à son tour, en fournit aussi au soleil avec le gaz oxygène, comme Spallanzani l'avoit vu avec les feuilles des plantes grasses exposées au soleil dans l'eau bouillie et dans l'eau distillée.

charbon en nature ne peut pas monter dans les plantes.

Votre *sedum anacampseros* soumis à une foule d'expériences ingénieuses vous a fait voir encore l'influence de l'acide carbonique sur la production de l'air par les plantes exposées au soleil sous l'eau chargée de cet acide; puisque les volumes de l'air produit croissent en raison de l'augmentation de cet acide dans l'eau, et comme cet air appartient aux plantes dans votre opinion, vous concluez qu'il doit provenir de la décomposition de l'acide carbonique.

A l'occasion de cette conséquence que vous avez tirée, je vous rappellerai deux paragraphes de ma lettre précédente. Le premier, que le gaz acide carbonique dans l'air de l'eau qui en est très-chargée est toujours plus volumineux que dans l'eau médiocrement acidulée, et plus grand dans celle-ci que dans l'eau commune. Le second est celui-ci: la quantité du gaz oxygène produit par les plantes est d'autant plus grande que la quantité du gaz acide carbonique qui est dans l'eau est aussi plus grande.

Je suis revenu à l'examen de ces deux propositions par l'expérience et j'ai toujours confirmé la première, mais il n'en a pas été de même de la seconde. J'ai constamment vu, que lorsque l'eau, où l'on met les plantes contient beaucoup d'acide carbonique, il y a beaucoup d'acide carbonique et très-peu de gaz oxygène (1).

---

(1) *Note de l'Editeur.* Je n'ai pas réussi à voir cela, quoique

J'ai fait sur *l'aloë cœrulescens glauca spinis rubris* et le *cactus cochinilifer* qui étoient à la vérité altérés dans leur constitution, une expérience analogue aux vôtres qui me paroissent préférables à la mienne. Il y avoit 63 jours que quelques feuilles de ces plantes se trouvoient à l'ombre sur une table dans mon appartement; elles avoient en partie perdu leur couleur verte et leur consistance; elles étoient ridées. Je voulois voir, si dans cet état de maladie elles donneroient du gaz oxygène. Je les tins le 26 Mai sous l'eau de mon puits au soleil pendant huit heures, l'air de l'aloë contenoit $\frac{42}{100}$ de gaz oxygène, et celui du cactus $\frac{37}{100}$; je fis une expérience comparative avec les feuilles fraîches de ces plantes, l'air de *l'aloë* contenoit $\frac{83}{100}$ de gaz oxygène et celui du *cactus* $\frac{79}{100}$.

Il paroît donc que ces plantes altérées pouvoient encore donner du gaz oxygène, quoiqu'elles en donnassent moins que les fraîches, et l'on devoit s'attendre à cette différence. Cette expérience est donc d'accord avec la vôtre relativement à l'état altéré des feuilles de votre *sedum*; ce qui devoit arriver a toutes les feuilles, qui ont souffert de cette manière; on les voit pourtant reprendre de la vigueur

---

j'aie fait mes expériences avec des eaux fort chargées d'acide carbonique; le gaz oxygène y dominoit toujours éminemment, comme on le voit par mes ouvrages; il me falloit trois ou quatre mesures de gaz nitreux pour en saturer une de cet air; mais quand l'eau étoit surchargée d'acide carbonique, alors ce gaz s'échappe de l'eau et ne se décompose pas, et la seconde proposition subsiste comme je l'avois établie il y a bien long-temps.

dans une atmosphère fort humide. Ceci est une preuve de l'absorption de l'eau par les plantes, et comme leur altération étoit produite par l'atrophie, leur rétablissement est l'effet de la nourriture que leur donne l'eau qu'elles absorbent.

Suivant vos expériences, ces feuilles altérées se rétablissent moins bien dans l'eau bouillie que dans l'eau commune, parce que les premières sont privées d'acide carbonique, et qu'il est une cause de leur rétablissement. Mais si dans l'eau commune, il y a d'autres principes, qui sait par exemple, si l'ébullition n'en fait pas disparoître qui sont essentiels à la nourriture des plantes, que nous ne connoissons pas? Pour voir si l'acide carbonique a cette propriété exclusive, on pourroit chercher ce qui arriveroit à une plante altérée tenue sous l'eau bouillie, et ensuite immédiatement imprégnée d'acide carbonique (1).

Vous terminez votre lettre par une considération, qui honore votre sincérité, vous m'écrivez, que malgré la multitude des expériences que vous avez faites pour établir l'influence de l'acide carbonique dans la production de l'air par les plantes exposées au soleil sous l'eau chargée de cet acide, vous êtes néanmoins indécis sur la décomposition de cet acide. J'ai aussi des doutes très-forts sur ce sujet, puisque

---

(1) *Note de l'Editeur.* Notre ignorance sur des principes inconnus, qui n'existent peut-être pas, nous permettroit-elle d'en tirer des inductions opposées à celles que les faits présentent? J'ai répondu plus particulièrement à cette objection dans ma *Physiologie végétale.*

l'eau chargée d'acide carbonique, où les plantes ont donné de l'air au soleil, en a conservé la même quantité après l'expérience; mais si les expériences prouvent que l'acide carbonique n'influe pas toujours sur la production du gaz oxygène par les plantes exposées au soleil sous l'eau qui en est chargée, il a cette influence un nombre innombrable de fois (1).

Vous savez ce que je pense sur la décomposition de l'eau dans les plantes; si elle n'a pas des preuves directes, on n'a pas prouvé son impossibilité. Dans le long chapitre, où je traiterai de l'air produit par les plantes sous l'eau au soleil et dans l'air; je montrerai que les plantes donnent beaucoup plus d'air dans l'eau que dans l'air. Ce qui sembleroit fournir la conjecture, que cet air provient de la décomposition de l'eau; puisqu'il y a plus d'eau dans l'eau que dans l'air; mais on peut dire la même chose de l'acide carbonique qui est moins abondant dans l'air que dans l'eau (2); il est pourtant sûr que si l'on rejette ces deux hypothèses, il faut renoncer à expliquer la production de l'air dans les végétaux.

Vous avez la complaisance de me dire, que lors-

---

(1) *Note de l'Editeur.* J'ai donné dans les extraits de mes lettres quelques éclaircissemens sur cette expérience, dont je parlerai encore dans le mémoire que j'ajoute à celui-ci.

(2) *Note de l'Editeur.* Je ne trouve pas de parité dans la comparaison, il y a plus d'eau dans l'eau, relativement à celle qui est dans l'air, qu'il n'y a d'acide carbonique dans l'eau commune, relativement à celui qui est dans l'air. Outre cela toutes les plantes donnent du gaz oxygène dans l'eau commune, et il n'y a que les plantes grasses qui en donnent dans l'eau bouillie : je crois en avoir indiqué la raison.

que vous publierez votre physiologie végétale, vous souhaitez avoir mon mémoire pour faire connoître les résultats de mes expériences, vous me faites un honneur que je ne mérite pas, parce que je sais bien que sur ce sujet vous ne pouvez tirer de mon travail que peu de lumière; vous y êtes un maître, tandis que je n'ai pu m'en occuper que très-légérement. Cependant pour ne pas perdre le mérite d'avoir cédé à votre prière; je vous indiquerai les chapitres que je veux traiter et leur principaux résultats, parce que je ne puis précisément vous marquer le temps de la publication de mon ouvrage.



PLAN du MÉMOIRE que Spallanzani vouloit publier.

CHAPITRE I.

Méthode pratiquée par deux illustres physiciens, Ingenhouz et Senebier, pour observer l'air que les plantes rendent au soleil.

Méthode différente suivie par l'auteur avec les précautions qu'il a employées pour l'exactitude de ses expériences.

CHAPITRE II.

Si le gaz oxygène que les plantes rendent sous l'eau au soleil provient de la décomposition de l'eau elle-même, ou de celle de l'acide carbonique.

Je ne vous donne pas les résultats de ce chapitre suffisamment exprimés dans ma lettre.

CHAPITRE III.

Si les plantes couvertes d'eau et exposées au soleil donnent plus d'air lorque le printemps est avancé que dans l'été ou dans l'hiver.

Résultats. On parle ici des plantes toujours vertes et l'on démontre l'affirmative de cette proposition.

CHAPITRE IV.

Quelle est la proportion du gaz oxygène produit au soleil par les mêmes plantes sous l'eau au soleil et dans l'air.

Résultats. Il y a une égale quantité de gaz oxygène produit par quelques plantes dans ces deux circonstances; mais il y a une beaucoup plus grande quantité de gaz oxygène dans un nombre incom-

parablement plus grand de plantes mises sous l'eau au soleil, que dans leurs analogues dans l'air. La quantité de l'air fourni par les plantes dans l'air est pour l'ordinaire meilleur que l'air atmosphérique.

CHAPITRE V.

Les plantes sous l'eau à l'ombre ne produisent point ou presque point d'air. Les mêmes plantes à l'ombre dans l'air produisent l'acide carbonique au dépens du gaz oxygène atmosphérique. L'altération de l'air respirable occasionnée par les plantes est-elle proportionnelle à l'amélioration que les mêmes plantes produisent au soleil?

Résultats. La très-petite quantité d'air que les plantes donnent quelquefois sous l'eau à l'ombre est mauvais. D'une immense quantité de plantes mises en expérience à l'ombre, il ne s'en est pas trouvé une seule qui ne détruisît le gaz oxygène.

Preuves de fait du grand désavantage que les plantes causent à l'air respirable, en calculant le temps des ténèbres de la nuit, l'obscurité des temps pluvieux, ou celle qui est produite par les nuages et l'ombre elle-même que les plantes ligneuses jettent dans un temps serein sur les plantes placées au-dessous d'elles, et sur celles qui sont opposées au soleil; il naît de-là des soupçons fondés, que l'air atmosphérique est plutôt altéré et privé de son gaz oxygène à l'ombre par les plantes qu'amélioré par elles au soleil.

CHAPITRE VI.

On trouve que les fleurs dans chaque saison gâ-

tent l'air atmosphérique, de manière qu'en peu d'heures elles lui ôtent tout son gaz oxygène dans les vaisseaux clos.

Résultats. L'effet est le même soit que les fleurs y restent à l'ombre ou au soleil; les expériences ont été faites dans tous les temps de l'année, et le nombre des fleurs soumises à ces expériences a été très-grand. Les fleurs donnent dans l'eau au soleil fort peu d'air, et il est communément mauvais.

CHAPITRE VII.

Chaque espèce de fruits, de graines, de bayes produit sur l'air les mêmes effets que les fleurs.

Résultats. Ces productions végétales dans diverses périodes de leur existence ont été considérées soit vertes, soit tendres, soit très-vertes, soit très-dures, soit mûres; il n'y a point eu de différences dans les effets.

CHAPITRE VIII.

Les diverses galles des plantes gâtent autant l'air que les fleurs et les fruits.

Résultats. J'ai voulu soumettre à l'expérience ce nouveau genre de productions végétales, lorsqu'elles sont plus ou moins vertes, ou plus ou moins mûres: toutes gâtent l'air atmosphérique.

CHAPITRE IX et dernier.

Réflexions sur les expériences racontées dans les chapitres précédens (1).

---

(1) *Note de l'Editeur.* Tel fut le plan de l'ouvrage que Spallanzani méditoit et qu'il m'envoya : j'en ai déjà parlé.

LETTRE de SENEBIER *à SPALLANZANI*, de Rolle, 6 Novembre 1798 (1).

J'AI bien reçu vos deux lettres du 12 et 16 Octobre, vous pouvez aisément croire le plaisir qu'elles m'ont fait, elles m'ont fourni de l'instruction, et elles ont contribué peut-être à me réconcilier avec mon hypothèse qu'il me seroit très-dur d'abandonner tout-à-fait; mais je ne veux pas anticiper sur ce sujet, je veux répondre en détail et par ordre à votre dernière lettre du 16, au moins à tout ce qui me paroîtra exiger une réponse.

Je ne vous rappellerai pas mes lettres précédentes et surtout celles du 25 Août et du 1.er Septembre, relatives à cet objet.

Quant aux eaux qui donnent de l'air en très-petite quantité lorsqu'elles sont exposées au soleil sous des vases pleins et fermés, il ne peut y avoirde doute sur la cause de l'apparition de ce gaz; c'est le gaz acide carbonique lui-même dissous dans cette eau en une quantité déterminée que je veux chercher; mais on l'apperçoit d'une manière plus frappante, quand on voit ce gaz contenu dans l'eau, changé pour sa quantité et sa qualité, dès qu'on introduit une feuille sous le récipient; sans doute la feuille s'empare de ce gaz et l'on est bien porté à croire que la feuille le décompose; puisque sa quantité diminue à mesure que

---

(1) *Note de l'Editeur*. J'ai trouvé cette lettre dans les papiers de Spallanzani.

le gaz oxygène produit s'augmente; puisque dans un très-grand nombre de plantes le gaz oxygène produit est proportionnel à la quantité du gaz acide carbonique contenu dans l'eau, et puisque le carbone est introduit dans la plante par ce moyen facile. Si la quantité du gaz acide carbonique contenu dans l'eau est très-petite, il n'y a point de gaz chassé hors de l'eau sous des vaisseaux pleins au soleil, quoiqu'il y en ait suffisamment pour que les feuilles puissent l'élaborer.

Je sais que M.r Paul qui fabrique à Genève des eaux de Seltzer factices est parvenu par une compression très-forte à faire entrer dans l'eau distillée cinq fois son volume de gaz acide carbonique; un de ses associés qui est allé à Londres, et qui y a fabriqué des eaux factices par les mêmes moyens a étonné les Membres des la Société Royale, qui n'ont pu comprendre d'abord comment on fabriquoit ces eaux.

J'ai toujours vu que les plantes souffroient dans l'air sous les vases clos, au bout d'un tems très-court, et qu'elles y souffroient d'autant plus que le temps de leur séjour étoit plus long, le vase plus petit, et l'air moins pur; comme j'ai toujours trouvé de l'acide carbonique dans cette atmosphère, j'ai conclu qu'il étoit formé aux dépens du carbone de la plante, puisque le volume de cette atmosphère étoit diminué, que la quantité du gaz oxygène qui y restoit étoit moindre, ou nulle, quand l'expérience étoit prolongée; enfin que la plante étoit altérée. Je serois bien curieux de voir votre lettre sur le *plante*

chiuse, si elle est imprimée vous me feriez plaisir de me l'envoyer par la poste.

Je croyois bien vous avoir parlé de votre méthode ingénieuse pour estimer la qualité et la quantité de l'air fourni par les plantes exposées dans l'air sous des vases clos au soleil; il me semble même que je vous avois parlé à cette occasion de la difficulté d'établir une comparaison propre à apprendre ce qui se passe dans l'air libre; 1.° parce que la feuille est enfermée, 2.° parce qu'elle y est mouillée, 3.° parce que la chaleur sous le verre y est beaucoup plus considérable, 4.° parce que l'altération produite par la feuille sur une petite quantité d'air dans cette circonstance extraordinaire change la quantité de gaz oxygène que la plante doit rendre. Je vous parlois d'une tentative que j'avois faite pour découvrir si l'air fourni par les feuilles sous l'eau commune au soleil avoit quelques rapports pour la quantité avec l'air fourni par les feuilles dans de grands récipiens. J'aimerai bien savoir, si vous avez éprouvé l'air à la campagne dans des époques différentes de la journée, et si vous avez eu les mêmes résultats que moi. Votre méthode est ingénieuse, logique et si vous trouvez mes scrupules trop scrupuleux, ne vous plaignez que de l'espèce de violence que vous m'avez faite pour censurer ce que d'autres admireront avec moi. Vous auriez peut-être rendu vos procédés plus sévères, si vous aviez employé l'eau bouillie pour la feuille renfermée dans l'air sous un récipient; parce que l'attouchement de l'eau qui contient de l'acide carbonique en auroit fait sucer

à la feuille qui n'en auroit pas trouvé autant dans l'air.

Il y a un fait remarquable pour les jets d'air dans les plantes à nœuds, ils s'échappent des nœuds eux-mêmes; dans les potamogeton on les voit s'échapper des insertions des feuilles qui sont des espèces de bourrelets comme les nœuds.

Il arrive que les feuilles exposées au soleil pendant plusieurs heures dans une eau contenant de l'acide carbonique vont à fond dès le premier jour; mais si on les fait passer dans une autre eau chargée d'acide carbonique, elles regagnent bientôt le sommet du récipient : ceci s'observe plutôt au soleil qu'à l'obscurité; il arrive même que les feuilles qui se sont relevées ainsi au soleil retombent à l'obscurité, quand elles n'ont pas eu le temps de se gonfler d'acide carbonique, parce que la chaleur ne dilate plus l'air qu'elles contiennent; je l'ai éprouvé de même avec des feuilles épuisées d'air sous la pompe pneumatique, ce qui prouve que l'acide carbonique peut remplir leurs vaisseaux.

Je ne puis douter que l'air qui s'échappe de la surface des feuilles ne contienne de l'acide carbonique, puisqu'il se diminue sur l'eau; mais il contient aussi de l'azote : la quantité du gaz oxygène qu'on y trouve est bien plus petite que dans l'air qui sort du parenchyme des feuilles; au reste je me suis rappellé que dans mon Mémoire imprimé dans le Tome V des Mémoires de Turin, en cherchant comment le gaz azote étoit introduit dans les plantes j'avois *soupçonné* mais seulement *soupçonné*

que l'acide carbonique pouvoit bien avoir été l'introducteur de l'azote, mais je n'ai point eu de livre pour m'en assurer, et c'est en revenant sur mes idées que j'ai eu la velléité de ce souvenir.

Il me semble que le plus fort argument qu'on ait employé contre la décomposition de l'eau par la végétation, c'est celui que j'ai proposé à M.r Berthollet. Les feuilles d'un très-grand nombre de plantes exposées sous l'eau distillée et bouillie ne donnent point de gaz oxygène au soleil, quoiqu'elles en fournissent sous l'eau chargée d'acide carbonique; cependant il n'y a de différence que la présence de l'acide carbonique; alors on ne peut considérer la question que sous ce point de vue, l'acide carbonique serviroit-il d'intermède pour la décomposition de l'eau comme vous paroissez le soupçonner? ou bien l'acide carbonique lui-même est-il décomposé comme je suis bien porté à le croire?

Je ne vois pas comment le gaz acide carbonique serviroit d'intermède pour cette décomposition, puisque le carbone est déjà uni avec l'oxygène qu'il pourroit enlever; puisque l'acide carbonique offre un mélange saturé qui ne paroît pas susceptible de sur-oxygénation; puisqu'il ne paroît pas un atome de gaz hydrogène, et puisque la combinaison de l'oxygène de l'eau avec l'acide carbonique ne pourroit fournir le gaz oxygène que l'on trouve. D'un autre côté l'hydrogène de l'eau ne se combineroit pas avec une plus grande quantité d'oxygène; il n'y a point d'eau sur-oxygénée; l'affinité du carbone pour l'oxygène est plus forte que celle qu'il

a pour l'eau, en suposant qu'il en ait, et je sais par mes expériences, que le gaz oxygène enlève le carbone au gaz hydrogène carboné; on ne peut recourir ici aux affinités de ces gaz dans leur *état naissant*, qui sont véritablement plus fortes et peut-être différentes, puisque les deux substances sont alors dans leur état de perfection.

Dans cette hypothèse on n'auroit pas même la ressource du jeu des affinités doubles, puisqu'on a le gaz oxygène séparé, il faudroit donc toujours arracher l'hydrogène à l'oxygène dans une température basse avec le carbone, qui ne l'enlève jamais qu'à une température élevée pour dégager l'hydrogène, et enchaîner de nouveau l'oxygène; mais il faut remarquer surtout, et ceci est tranchant, c'est que l'eau chargée d'acide carbonique ne se décompose pas mieux au soleil que l'eau distillée; de sorte que puisque la feuille mise sous l'eau pure ne donne point de gaz oxygène, puisqu'elle en fournit quand l'eau est combinée avec l'acide carbonique, il paroît bien plus probable que ce gaz oxygène donné par les feuilles exposées sous l'eau chargée d'acide carbonique au soleil, soit produit par la décomposition de l'acide carbonique lui-même. Je ne répète pas ici les argumens que j'ai proposé en faveur de cette théorie.

J'ai bien réfléchi encore sur le gaz oxygène fourni par les plantes grasses exposées sous l'eau privée d'acide carbonique au soleil, et je trouve que cette observation affermit plutôt mon hypothèse qu'elle ne la renverse. Quand je vois que les rameaux de ces plantes végètent, quoiqu'ils soient séparés de la

plante mère et de ses racines, que leurs feuilles se soutiennent vertes assez long-tems et ne perdent que peu à peu leur fraîcheur et leur embonpoint comme les feuilles séminales, dont ils ont le sort; que ces rameaux sont nourris par le parenchyme des feuilles qui s'affaisse et disparoît; qu'ils fleurissent alors et donnent des graines comme je l'ai vu au bout de deux mois sur deux rameaux du *sedum anacampseros*: mais cette expérience ne réussit point quand je voulus la faire avant le milieu du mois de Juin. Ce parenchyme fournit sans doute la partie alimentaire nécessaire pour le développement du rameau qui s'allonge, de la fleur qui paroît, et de la graine qui mûrit. Ces plantes qui végètent aux dépens de leurs sucs les renouvellent sans doute dans l'atmosphère, où elles sucent l'eau et l'acide carbonique qu'elles y trouvent par leurs feuilles, mais ces feuilles au bout de deux mois l'ont pris dans l'eau chargée de ce gaz, et ont produit du gaz oxygène sous l'eau aérée au soleil. Ces plantes n'ont que cette manière de vivre dans les climats brûlans situés entre les Tropiques, elles ont aussi fort peu de racines relativement à leur grandeur, parce que leurs feuilles les suppléent.

Il est évident que les plantes en croissant prennent du carbone, et comme j'ai eu l'occasion d'observer plusieurs fois, 1.° que les plantes ne pouvoient sucer les eaux de fumier qui doivent en être une infusion, suivant l'opinion de ceux qui croient que l'eau est le véhicule du carbone dans les plantes; 2°. que les rameaux que j'ai mis tremper dans cette eau

eau y périssent d'abord quand elle est pure, parce qu'ils n'en sucent point du tout, et y périssent toujours plus tôt que dans l'eau commune, lorsque l'eau de fumier est mêlée avec elle; ceci m'a fait conclure, que l'eau n'étoit pas le véhicule immédiat du carbone et qu'elle ne pouvoit pas l'être; de sorte qu'il m'a semblé encore plus probable que le gaz acide carbonique qui contient ce carbone, que les plantes aspirent avec l'eau par leurs feuilles, et leur racines; qui paroît se décomposer au soleil par les feuilles mises dans l'eau chargée de ce gaz; que les expériences chimiques montrent décomposable par la voie sèche et la voie humide; qui paroît favoriser la végétation par les arrosemens faits avec les eaux qui en ont dissous; qui est peut-être la cause de cette végétation luxuriante de la région *selvosa* de l'Etna : tout cela m'a montré plus probable que le gaz acide carbonique dissous dans l'eau et introduit dans la plante étoit la source du carbone que l'on y trouve et du gaz oxygène qui en sort.

L'expérience de M.r Chaptal que vous citez n'est pourtant que celle de M.r Hassenfratz, mais j'ai fait ces expériences sans succès de mille manières, et j'ai toujours trouvé que les eaux de fumier nuisoient considérablement à la suction des plantes, et par conséquent à leur végétation; il reste encore à décider, si cette eau contient véritablement le carbone dissous, ou seulement combiné avec le mucilage qui fournit, comme je le crois, l'acide carbonique par la fermentation; alors les engrais n'agiroient, que comme je pense qu'ils agissent, par l'acide carbo-

nique qu'ils fournissent ; cet acide se combine avec l'humidité de la terre, et passe avec elle depuis les racines qui la sucent, jusques à la cîme des arbres.

Vous croyez que le gaz acide carbonique que j'ai obtenu des feuilles exposées sous l'eau chargée d'acide carbonique au soleil vient de l'eau et non de la plante; j'ai eu aussi cette idée, mais comme j'ai eu l'occasion de remarquer qu'il pouvoit y en avoir environ $\frac{1}{7}$, et comme la même eau chargée d'acide carbonique exposée au soleil dans des vases pleins, n'en donne pas à beaucoup près une quantité aussi grande, j'en avois conclu que le gaz acide carbonique étoit un produit de la feuille. Vous soupçonnez avec vraisemblance que le gaz acide carbonique, mêlé avec le gaz oxygène, est un produit de l'eau chargée de gaz acide carbonique, parce qu'elle se trouve dans l'air, lorsqu'il y a eu une couche de gaz oxygène rendu par les feuilles; mais je ne puis encore adopter votre soupçon, parce que j'ai eu lieu de remarquer, que les quantités de gaz produit dans les premières heures de l'exposition au soleil sont souvent plus grandes alors, que dans les suivantes, quoique j'en eusse ôté le gaz produit cinq ou six fois dans la journée, et parce que communément le gaz oxygène produit est d'autant plus pur que sa quantité est plus grande.

L'acide carbonique trouvé dans les jets d'air sortis des plantes seroit une nouvelle preuve de ce que je viens de dire, puisque ces jets paroissent au moment que les plantes sont mises dans l'eau aérée, et l'on ne pourroit l'expliquer par l'hypothèse de

la décomposition de l'eau : 1.° parce qu'elle est moins probable que celle de la décomposition de l'acide carbonique: 2.° parce qu'on ne verroit pas trop pourquoi la plante qui perdroit une si grande quantité de carbone ne seroit pas blanchie par cette perte, ou réduite à la couleur jaune qui est la couleur de la toile peinte par le carbone qui s'y dépose. Vous voyez bien que je me garde très-fort de rire de vos idées, et que je ne vous rappelle pas le carbone qui ne sauroit entrer dans la plante avec les sucs qu'elle tire.

J'ai véritablement fait attention aux deux paragraphes de votre précédente lettre que vous me rappelez dans celle-ci, mais je ne pénètre pas la conséquence que vous en tirez contre mon hypothèse ou ma théorie. J'ai toujours remarqué que le gaz oxygène fourni par les feuilles exposées sous l'eau chargée d'acide carbonique étoit toujours d'autant plus sali par ce dernier que la quantité de gaz acide carbonique contenu dans l'eau étoit plus grande, et la quantité du gaz oxygène plus petite, et j'en trouvois la cause dans la quantité du gaz contenu dans le parenchyme, dans sa lenteur pour l'élaborer, peut-être dans l'altération qu'il souffriroit par cette abondance de gaz; de sorte que comme il arrivoit plus de gaz acide carbonique qu'il ne pouvoit s'en décomposer, il étoit forcé de s'échapper avec le gaz oxygène dans l'état où il étoit entré.

Quant au second paragraphe, il me paroît un axiome que toutes mes expériences ont démontré. Lorsque j'ai fait voir que les feuilles exposées sous

l'eau chargée d'acide carbonique au soleil donnoient le gaz oxygène, il en résultoit que plus les plantes donnoient de gaz, et plus il devoit y avoir de gaz oxygène, puisqu'il y avoit plus d'acide décomposé, mais c'est précisément ce que je crois avoir montré souvent.

J'ai toujours trouvé que le gaz oxygène produit par les plantes exposées sous l'eau aérée au soleil étoit d'autant plus pur qu'il y avoit plus d'air produit, et j'ai montré dans mes Mémoires physico-chimiques et dans mes Expériences sur l'influence de la lumière solaire, etc., qu'il y avoit plusieurs plantes qui rendoient moins d'air, et un air moins bon dans les eaux fortement chargées d'acide carbonique; de sorte que je connoissois bien ce phénomène qui ne peut s'expliquer, que par une désorganisation de la plante, ou une action particulière du gaz sur les parties fluides ou solides du végétal, ou sur la lenteur de la décomposition, ce qui annonceroit aussi peut-être des organes particuliers.

Vos expériences sur *l'aloe caulescens* et le *cactus cochinilifer* devoient vous donner les résultats que vous avez eu. Ce sont des plantes grasses qui conservent leur parenchyme végétant pendant longtemps, comme je l'ai vu avec les feuilles de mon *sedum anacampseros* dont je tenois les rameaux pendus dans ma chambre : ce qui apprend que puisque les plantes végètent, elles tirent à elles l'eau dissoute dans l'air avec quelques portions d'acide carbonique qu'il y a toujours; mais vous avez vu dans mes expériences, que si les feuilles sucent l'eau,

elles sucent aussi l'air qui y est dissous, puisque les feuilles rampantes au fond par l'action de la pompe pneumatique, ou par l'air qu'elles avoient perdu surnageoient bientôt, quand on les plaçoit dans une eau chargée d'acide carbonique, ce qui montreroit encore que le gaz quitte l'eau dans le parenchyme de la feuille, et y reprend toutes ses propriétés.

Je ne puis croire que l'eau bouillie perde par l'ébullition quelque principe inconnu propre à favoriser le développement des végétaux, 1.° parce que l'eau bouillie reprend sa propriété de faire rendre le gaz oxygène aux feuilles, dès qu'on y fait entrer de l'acide carbonique; 2.° parce que l'eau distillée dont je me suis presque toujours servi, quand j'ai employé des eaux fortement chargées d'acide carbonique, m'a procuré des effets semblables à ceux de l'eau commune non bouillie, quand on l'a chargée de ce gaz.

Mais j'ai bien vu que le gaz acide carbonique diminuoit dans l'eau à mesure que les feuilles qu'on y avoit mises produisoient du gaz oxygène, et il m'est arrivé en répétant l'introduction quotidienne des feuilles sous un récipient plein d'eau chargée d'abord d'acide carbonique et exposée au soleil, de la priver presque totalement du gaz qu'elle avoit dissous. Je sens bien que l'expérience est très-délicate, et qu'elle ne se fait pas sans laisser des soupçons; mais j'ai eu lieu de voir souvent que la quantité de l'acide carbonique étoit diminuée par les feuilles que l'on y exposoit au soleil sous l'eau qui en étoit chargée.

J'ai dit quelque part que les plantes fournissent

plus de gaz oxygène au printemps qu'en automne.

J'ai prouvé dans la nouvelle édition de ma Physiologie végétale que je prépare, que les plantes gâtoient l'air qui leur servoit d'atmosphère en changeant en gaz acide carbonique le gaz oxygène qu'elle contenoit par sa combinaison avec leur carbone, comme on s'en aperçoit par sa diminution soit à la mesure, soit à l'eudiomètre.

J'ai fait quelques expériences sur les odeurs des fleurs, elles tendent à montrer que l'odeur fait plus de mal aux animaux par son action sur les nerfs, que par son action sur le poumon.

Je me garderai bien de vouloir vous suggérer quelques idées pour terminer votre ouvrage, je ne voudrois pas lui faire ce tort.

Enfin je voulois vous donner un extrait d'un Mémoire de M.r Humboldt sur le gaz nitreux, où il prouve que les eudiomètres faits par la combustion du phosphore, laissent dans l'air qu'on essaie une quantité notable de gaz oxygène comme un dixième : consultez le Mémoire, lui-même, c'est le N.° 80 des Annales de chimie.

J'ai l'honneur d'être avec considération, Monsieur, votre très-humble et obéissant serviteur,

SENEBIER.



EXTRAIT d'une LETTRE de SPALLANZANI, du 26 Novembre 1798 (1).

Je réponds un peu tard à cette lettre, et je me prévaux pour cela des féries de Noël; il m'a été impossible de le faire auparavant. Puisque vous le souhaitez, je vous envoie ma lettre imprimée sur *l'aria delle piante chiuse*, elle vous paroîtra sûrement inutile, puisque je vous ai dit infiniment plus de choses dans mes lettres que je n'en ai renfermé dans cet écrit.

J'ai relu deux fois votre lettre, ou pour dire mieux votre mémoire, car en vérité, elle en est un dans les formes, et c'est un mémoire excellent et plein de sagesse, je ne puis vous exprimer combien il m'a fait de plaisir, et combien il me sera utile pour la composition du mien.

Je n'ai pas le temps à présent de vous répondre en détail par une raison que je vous expliquerai: je m'arrêterai seulement à deux ou trois de vos paragraphes.

Dans les expériences que j'ai faites sur les feuilles renfermées dans l'air commun, il est très-vrai que

---

(1) *Note de l'Editeur.* Spallanzani me marque qu'il avoit interrompu son ouvrage sur les plantes, pour travailler à rédiger son ouvrage sur la respiration, dont il vouloit faire entrer l'introduction que j'ai publiée d'après son manuscrit avec les trois autres mémoires qui la suivent, dans les mémoires de la Société Italienne, et qu'il vouloit me communiquer avant leur publication.

l'eau que j'ai employée pour fermer les vases n'a presque jamais été bouillie, c'étoit celle de mon puits; mais au printemps prochain je l'emploierai bouillie comme vous m'en faites heureusement naître l'idée, et je ferai une comparaison entre l'air des plantes obtenu par celles que j'aurai renfermées avec l'eau bouillie et celles qui auront été renfermées par l'eau non bouillie.

Vous me demandez : si j'ai examiné l'air dans la campagne à différentes heures du jour; je vous dirai que oui, et qu'il y a eu des jours où j'ai fait cet essai cinq ou six fois; en commençant, lorsque le soleil étoit environ à un tiers de sa hauteur au-dessus de l'horizon, et en les prolongeant jusques à deux heures avant son coucher. Je mettois des vaisseaux préparés avec des feuilles dans les intervalles d'ombre produits par les feuilles des arbres. Mon but étoit de voir si ces ombres gâteroient l'air contenu dans ces vaisseaux, et je trouvai que cet air étoit alors gâté. D'un autre côté, les feuilles des vases éclairés par le soleil produisoient un air pour l'ordinaire meilleur que l'air commun. En considérant ensuite avec attention à chaque heure du jour les feuilles éclairées par les rayons immédiats du soleil et les feuilles restées à l'ombre des feuilles des arbres opposés, je concluois avec sûreté que la somme des feuilles dans l'ombre surpassoit beaucoup celle des feuilles éclairées dans toutes les circonstances.

MÉMOIRE DE L'ÉDITEUR,

Relatif aux expériences de Spallanzani sur l'air produit et absorbé par les plantes exposées à l'ombre et au soleil dans l'air, dans divers gaz et sous l'eau.

§ I.

Le célèbre docteur Priestley donna les premiers indices de la faculté qu'ont les plantes de produire du gaz oxygène sous l'eau, dans l'air commun, et dans l'air gâté par la respiration, lorsqu'elles y sont exposées au soleil; Ingenhouz suivit cette recherche curieuse et fit des découvertes importantes sur cette partie de l'histoire des plantes. Je m'occupois alors plus particulièrement de la lumière et de son influence sur l'étiolement des végétaux et sur d'autres substances et je fus ainsi entraîné naturellement à suivre cette nouvelle carrière ouverte par ces deux célèbres physiciens; je répétai leurs expériences, j'en fis de nouvelles, et j'eus comme eux, l'avantage de faire la découverte de quelques faits inconnus, et d'en tirer quelques conséquences utiles.

Spallanzani, dans la dernière année de sa vie, appliqua son génie à cet objet particulier de la physiologie végétale, et trouva une manière de faire nos expériences avec une précision, que l'état où étoit l'eudiométrie, lorsque nous suivîmes nos travaux ne nous permettoit pas d'employer; ce qui le mit surtout dans le cas de rechercher l'influence

que les plantes exerçoient directement sur l'air et sur les différens gaz où il pouvoit les placer. J'avois bien déjà fait quelques expériences dans ce but, comme on peut le voir dans quelques-uns de mes ouvrages sur ce sujet, mais elles étoient trop vagues et se trouvoient ainsi vraiment insuffisantes; de sorte qu'elles avoient besoin d'être reprises et refaites avec cette exactitude que j'avois cru mal à propos impossible d'atteindre.

Enfin M.r Desaussure le fils, s'est emparé encore de ce sujet et quoiqu'il n'ait eu aucune connoissance des travaux de Spallanzani, il s'est tracé une route nouvelle pour faire des recherches analogues à celles dont je viens de parler, et il est parvenu par des expériences qui annoncent en lui autant de génie que de patience, d'adresse et de savoir à démontrer la décomposition de l'acide carbonique dans les plantes par l'action de la lumière, que j'avois découverte mais seulement rendue très-probable; ce qui l'a conduit à trouver des faits qui feront une époque capitale dans la physiologie des plantes.

§ II.

Je ne me propose pas d'ajouter des faits bien importans à ceux que Spallanzani et M.r Desaussure ont observés; mais il m'a semblé qu'il y auroit quelque utilité à donner un résumé des connoissances acquises sur ce sujet, et à examiner en particulier les doutes que Spallanzani a élevés par ses expériences sur la décomposition de l'acide carbonique dans les plantes par l'action de la lumière solaire, d'autant

plus qu'il ne paroît pas avoir eu une opinion bien tranchée contr'elle comme on aura pu le voir dans le Mémoire précédent : mais comme il ne voit bien décidément dans mon opinion qu'une pure hypothèse, et reconnoît pourtant son importance dans une théorie de la végétation ; j'ai cru qu'il pourroit être nécessaire de reprendre ce sujet, de le considérer de nouveau, d'examiner ses fondemens pour savoir, s'ils sont aussi solides que je les ai crus et sur tout pour leur joindre toute la force que leur donne les belles expériences que M.r Desaussure a faites pour les appuyer.

Il m'a semblé encore qu'il conviendroit de s'occuper ici des moyens de la nature pour conserver l'air atmosphérique dans l'uniformité de son état eudiométrique qu'on lui trouve partout, au milieu des causes toujours renaissantes qui concourent pour la troubler.

§ III.

Avant de m'occuper plus directement de ces sujets curieux ; je dois dire quelque chose du mémoire précédent composé d'après les journaux d'expériences de Spallanzani.

J'aurai dit en un mot tout ce qu'on peut en dire de plus vrai et de plus flatteur ; en disant que l'on y retrouve par-tout le génie, la méthode, la patience, l'adresse, les scrupules, l'amour de la vérité qui distinguent si avantageusement Spallanzani entre les Naturalistes célèbres. On y remarque partout ce désir pur de découvrir le vrai, réuni avec les moyens les plus ingénieux et les plus sûrs pour

le tirer des ténèbres, dont il est si souvent enveloppé et pour le faire briller avec tout son éclat.

La méthode que Spallanzani a suivie dans ses expériences sur les plantes, n'avoit été employée avant lui par aucun de ceux qui s'étoient occupés de cet objet, ni dans aucune des expériences pareilles qu'il a répétées avec ses nouveaux moyens; mais il sentit bientôt les avantages qu'il retireroit de l'eudiomètre de M.r Giobert : c'est avec lui qu'il a pu faire une analise rigoureuse des gaz produits par les plantes, et de l'air avec lequel elles étoient renfermées; qu'il est parvenu à distinguer les divers gaz qui y sont presque toujours mêlés, et à en mesurer les quantités; M.r Desaussure avec le même instrument en a retiré à-peu-près les mêmes avantages et à de certains égards est encore parvenu à une plus grande précision.

C'est ainsi que Spallanzani répéta toutes les expériences faites par Ingenhouz et moi; et en jugeant par lui-même le degré de confiance qu'elles méritoient, il apprend le degré de confiance que l'on peut leur donner; mais il y ajoute ce qui leur manquoit, en déterminant la nature réelle des changemens arrivés à l'air atmosphérique où il renfermoit des végétaux, en plaçant sur la voie qui conduit à leurs causes, en fixant les caractères des gaz produits ou formés, et en indiquant leur absorption.

Ce qui rend encore les expériences de ce grand observateur précieuses; c'est leur singulière variété : on diroit qu'il connoissoit toutes les routes par les-

quelles on pouvoit arriver à la découverte de la même vérité, et qu'il ne vouloit jamais se dispenser de les suivre toutes, parce qu'il vouloit toujours avoir la vérité toute entière et faire sentir quelle est comme un foyer de lumière où tous les rayons partants de tous les points de la circonférence doivent se réunir, pour y paroître plus sensibles et y éclater chacun de l'éclat de tous.

Les expériences de Spallanzani ont encore ceci de caractéristique; leur but est toujours bien déterminé, elles l'atteignent et le remplissent parfaitement, elles n'ont rien de vague, parce qu'elles ne sont pas faites au hasard; mais comme elles sont le fruit de la réflexion, elles sont aussi des réponses directes faites à une question simple qui devoit être résolue complètement, ou qui ne devoit l'être point du tout; de cette manière il dissipe tous les doutes, et la nature que l'on explique si mal quand on la voit par l'imagination, s'explique ainsi toujours très-bien par elle-même.

Spallanzani a un art particulier qu'il emploie continuellement avec succès; il considère les expériences qu'il a faites pour les comparer entre elles, et les éclairer les unes par les autres; c'est ainsi qu'il éclaircit par la lumière de l'une ce que l'autre pouvoit avoir d'obscur; qu'il étend ce que l'autre ne faisoit qu'indiquer, et qu'il explique ce que l'autre laissoit sans explication. Il faut le dire; Spallanzani a singulièrement perfectionné à tous égards l'art de faire les observations et les expériences, il y a toujours porté ce coup-d'œil juste d'une logique sévère, que

Newton avoit déjà montré dans son optique, et que le Professeur de Pavie applique avec le même art et le même avantage à des sujets qui n'étoient pas pourtant susceptibles de la même rigueur que ceux d'une science physico-mathématique.

Mais ce qui le distingue éminemment entre presque tous les observateurs; c'est la sagesse de ses conclusions qui sont toujours immédiates et qui ne dépassent jamais ce que les faits lui ont montré; aussi quand il emploie l'analogie, c'est avec une circonspection et une prudence qui semblent écarter tous les hasards de cette méthode et qui lui donnent entre ses mains une certitude qui est si rare, lorsque la plupart des observateurs osent s'en servir. Cependant je dois faire remarquer ici comme je l'aurai fait à Spallanzani lui-même, si sa vie eût été prolongée, et que j'eusse eu le temps de méditer davantage ses belles expériences sur les végétaux; c'est que la manière de procéder qu'il y a suivie ne me paroît pas tout-à-fait sans exception. Ainsi le choix qu'il a fait de l'hiver pour faire un grand nombre de ses expériences ne me semble pas le plus convenable : il nous apprend bien qu'il a voulu écarter un inconvénient que l'on trouve en été, celui de la grande chaleur que les plantes éprouvent au soleil, lorsqu'elles y sont exposées sous des vaisseaux clos, et à cet égard il a eu une idée très-heureuse; mais on ne peut se dissimuler que les plantes dans une saison froide végètent peu lorsqu'elles végètent encore; qu'elles ne vivent alors que ce qu'il faut pour ne pas périr, et qu'elles n'ont

pas assez de vie pour déployer leur vigueur : ce qui influe considérablement sur la production du gaz oxygène qui me paroît le premier signe de la vie végétale, et l'on en trouve la preuve dans le Mémoire même de Spallanzani, où l'on voit que les feuilles de la canne à sucre qui ne donnèrent presque point de gaz oxygène au mois de Mars, lorsqu'elles furent renfermées dans l'air commun ou dans le gaz hydrogène, lui en fournirent beaucoup pendant l'été § LXXV, LXXVIII, CIV. J'avois déjà prouvé dans mes *Recherches sur l'influence de la lumière solaire*, que les feuilles des plantes en automne donnoient moins de gaz oxygène que dans le mois de Juin, et l'on peut aisément le vérifier pendant toute l'année sur l'ellébore fétide.

Je dois remarquer encore que la seule inspection d'une plante ne peut être une preuve qu'elle n'a pas souffert dans l'air clos, où elle est renfermée avec une atmosphère complètement humectée, non-seulement par l'évaporation de la plante, mais encore par celle de l'eau qui lui sert de clôture : ce qu'il y a de vrai, c'est qu'à l'air libre les plantes fournissent une quantité d'acide carbonique à peine perceptible, tandis qu'elles en donnent une quantité toujours remarquable dans les vases clos ; ce qui ne peut être produit que par la clôture et par l'altération que les plantes subissent dans cette atmosphère ; cette altération diminue leur vie en les désorganisant; aussi lorsque l'on prolonge l'expérience dans les vases clos, les feuilles se séparent de la matière verte contenue dans leur parenchyme et

ne conservent que leurs réseaux formés par les fibres ligneuses; mais comme cet effet se produit plus vîte sur les feuilles quand on les tient quelque temps sous l'eau, on ne peut douter que la macération qui les met sous l'eau dans cet état ne le fasse naître de même dans une portion d'air constamment chargée de toute l'eau qu'elle peut contenir, et comme cet effet doit commencer au moment où la cause commence d'agir, il me semble que l'on doit le remarquer dès que cette cause est active : de sorte que comme il est bien prouvé dans divers cas que l'acide carbonique, que l'on trouve dans les vases clos où elles sont renfermées sort en partie de l'intérieur de la plante, il n'est pas moins vrai, qu'il est produit toujours de même par le contact du gaz oxygène avec la plante, et par conséquent par l'union de l'oxygène avec le carbone qu'il lui enlève; ce que l'on peut toujours savoir à-peu-près par la quantité du gaz oxygène resté dans le vase comparée avec celle du gaz acide carbonique produit; parce que l'on voit d'abord par un calcul fort simple, si le gaz oxygène qui a disparu a pu former tout l'acide carbonique que l'on a trouvé : cependant si ce calcul ne peut pas toujours servir à déterminer l'emploi du gaz oxygène dans la formation de l'acide carbonique, parce que les plantes en absorbent pour le combiner dans leurs fibres ou leurs fluides; cependant, il montre souvent que le gaz oxygène disparu de quelque manière que cela se soit fait, ne peut être entièrement un des élémens de l'acide carbonique trouvé; puisque les plantes en

fournissent

fournissent dans les gaz hydrogène et azote comme Spallanzani l'a bien prouvé, et sous les vases clos où les plantes restent long-temps, et même sous l'eau lorsque leur séjour y est prolongé.

Je dois pourtant observer ici que Spallanzani a voulu prévenir cet inconvénient par la briéveté du temps qu'il emploie à un grand nombre de ses expériences; mais ici l'on peut dire encore : s'il a empêché les grands effets de cet inconvénient, les a-t-il empêché dans toute leur étendue ?

§ IV.

Pour mettre quelqu'ordre dans ce mémoire et se faire une juste idée de l'état de nos connoissances sur ce sujet; je crois qu'il faut le présenter d'une manière qui en puisse lier toutes les parties.

J'examinerai donc d'abord si les plantes produisent de l'air; ensuite je me demanderai, si l'air produit au soleil sous l'eau par les plantes est aussi produit par elles dans une atmosphère d'air commun. Il me conviendra ensuite de rechercher l'origine de cet air, s'il sort de l'intérieur de la plante, et quelle peut être la cause de sa production. Enfin il faudra voir si les phénomènes produits par les plantes dans l'air libre sont les mêmes que ceux qui sont observés sous l'eau ou dans les vases clos.

Dans cet examen que les expériences exactes de Spallanzani rendent plus intéressant qu'il ne l'avoit été par celles qui avoient été faites jusques à présent; je profiterai encore des savantes recherches

de M.r Desaussure et je ne craindrai pas d'y joindre les nouvelles considérations que la masse de lumière répandue par tous ces travaux importans m'a mis en état de faire.

§ V.

C'est un fait assez généralement établi par Ingenhouz et moi, que les plantes exposées au soleil sous l'eau commune donnent plus ou moins de gaz oxygène suivant leur nature et leur état de santé; j'avois encore montré que ce gaz oxygène n'étoit pas pur, qu'il contenoit de l'acide carbonique et du gaz azote. Spallanzani a confirmé ces résultats par ses belles expériences, et il a déterminé comme on a pu le voir les quantités précises des divers gaz formant le mélange de l'air produit par les feuilles exposées sous l'eau au soleil.

Il a encore démontré ce que j'avois aussi démontré de mille manières, que les feuilles sous l'eau à l'obscurité ne donnent aucun gaz qui se manifeste aux yeux de l'observateur dans les appareils disposés pour ces expériences, tant que les feuilles y restent parfaitement saines; il étoit bien important de répéter ces expériences, parce qu'il y a encore divers physiciens qui croient que les plantes y produisent de l'air, de sorte qu'à cet égard ils ne peuvent plus douter de la certitude de mes expériences.

J'observerai cependant, que je n'ai jamais prétendu qu'il n'y eût point de gaz acide carbonique produit sous l'eau à l'obscurité; j'ai même montré que dans l'espace de douze ou quinze heures, diverses feuilles de diverses plantes n'en donnoient

point, mais qu'il commençoit à paroître quand la feuille fermentoit; il faut pourtant remarquer ici que lorsque la quantité de l'acide carbonique est très-petite, lorsqu'il est mêlé avec une très-petite quantité d'azote, il ne sauroit être perceptible, parce qu'il se dissout dans l'eau de l'expérience, et s'il échappe à la vue, il ne sauroit échapper à l'action de l'eau de chaux.

Il résulte donc des expériences, que la lumière seule soutire le gaz oxygène des plantes, et Spallanzani fait observer à cette occasion que tant qu'il reste un peu de vie aux plantes, elles peuvent fournir du gaz oxygène à la lumière; d'où je tire cette conséquence, que le gaz oxygène rendu par les plantes est une preuve de leur vie, et que la quantité de ce gaz annonce l'énergie de leurs organes, que l'on voit s'affoiblir quand on les tient long-temps sous l'eau, lors même que l'on a le soin de la renouveler très-fréquemment.

C'est encore un résultat curieux des expériences de Spallanzani, que la quantité de l'azote croît dans la production de l'air fourni par les plantes exposées sous l'eau au soleil avec celle du gaz oxygène qu'elles produisent; c'est-à-dire, qu'il y a d'autant plus d'azote qu'il y a eu plus de gaz oxygène produit. Ce phénomène s'explique fort bien dans mon opinion de la décomposition du gaz acide carbonique, car si l'azote se trouve toujours plus ou moins mêlé avec le gaz acide carbonique, comme les expériences de Priestley et de Spallanzani dans son *Esame chemico* tendent à l'établir; il est clair que plus il y

aura de gaz acide carbonique décomposé, plus il doit y avoir de gaz azote et oxygène produits; c'est aussi le gaz acide carbonique que je regarde comme le véhicule de l'azote dans les plantes, comme je l'avois déjà dit, il y a bien long-temps, dans un Mémoire imprimé avec ceux de l'Académie de Turin; c'est bien toujours mon opinion, et c'est bien encore à l'acide carbonique contenu dans les eaux, que j'attribuerai cet azote que Priestley y a trouvé; à moins d'imaginer une combinaison particulière du carbone avec le gaz oxygène qui donne ainsi l'azote lui-même, parce qu'il n'est pas sans vraisemblance que cet azote appartienne au charbon : mais j'aurai l'occasion de parler encore de l'azote contenu dans les plantes

§ VI.

J'avois bien établi, que les différentes espèces de plantes exposées au soleil dans les mêmes eaux, pendant le même temps, avec des surfaces égales donnoient des volumes d'air différens et d'une pureté qui n'étoit pas la même, et j'avois bien fait voir en même temps, que les feuilles les plus épaisses ou qui contenoient le plus de parenchyme étoient celles qui donnoient le plus d'air, et qui le donnoient le meilleur; mais je dois dire qu'à cet égard la précision que Spallanzani a mise dans ses expériences établit dans ces rapports une justesse, dont tous ceux qui l'avoient précédé n'avoient pas approché. A cette occasion, je démontrai que le parenchyme de la feuille étoit l'organe élaborateur du gaz oxygène, puisque après avoir écorché une feuille de la

grande joubarbe, et avoir mis sous l'eau au soleil l'épiderme enlevé et le parenchyme, le premier ne donna point d'air et le second en donna beaucoup.

§ VII.

J'avois bien établi que les plantes exposées au soleil, sous l'eau chargée d'acide carbonique, donnent plus de gaz oxygène que sous l'eau commune; que les feuilles des plantes dont les tiges plongeoient dans cette eau chargée d'acide carbonique et placées sous cette eau donnoient plus de gaz oxygène au soleil que les feuilles des plantes qui y étoient placées avec leurs tiges conservées à sec, ou plongeant dans l'eau commune. J'avois fait voir encore, que la même quantité d'acide carbonique dissous dans l'eau, quand elle étoit considérable, ne faisoit pas produire la même quantité de gaz oxygène aux feuilles que l'on y exposoit au soleil; mais qu'il y avoit alors des feuilles de quelques plantes qui, dans ce cas, en donnoient beaucoup moins, comme par exemple quelques plantes aquatiques : enfin j'avois prouvé que les plantes exposées sous l'eau chargée d'acide carbonique ne donnoient point d'air à l'obscurité quand elles étoient saines.

Spallanzani a vérifié tout cela par ses expériences ingénieuses; mais il a voulu aller plus loin, et quoiqu'il eût quelquefois penché pour admettre mon opinion sur la décomposition de l'acide carbonique, cependant il a été ébranlé par les expériences suivantes : 1.° il n'a point trouvé d'acide carbonique dans le suc des plantes, et même dans

celui des plantes qui avoient été exposées au soleil sous l'eau chargée de cet acide; 2.° il a vu plusieurs plantes donner de l'air dans les eaux distillées et bouillies; il en a vu même qui a été produit dans l'eau de chaux; 3.° il a remarqué encore que les eaux chargées d'acide carbonique contenoient une quantité d'acide carbonique aussi grande avant d'être exposées au soleil avec des plantes, qu'après en avoir retiré celles-ci; ce qui lui a fait concevoir, comme on a pu l'apprendre dans ses mémoires, que mon opinion n'étoit point fondée, ou qu'elle n'étoit qu'une simple hypothèse. Cependant, comme j'ai cru pouvoir défendre encore cette opinion, je ne craindrai pas de le faire; mais je préviens toujours que je n'entreprends cette défense qu'avec toute la défiance que doivent m'inspirer le génie et l'amour de la vérité de mon illustre ami. Je m'arrête ici un moment, et je ne traiterai ce sujet à fond qu'après avoir donné les résultats des autres expériences que j'ai racontées.

§. VIII.

J'avois bien placé des plantes au soleil dans l'air commun, sous des vases clos, mais à l'exception de la diminution de l'air où elles étoient placées, de la production de l'acide carbonique, que je n'avois pas déterminée, et de l'état eudiométrique où l'air étoit resté, je n'avois su voir rien au-delà.

Spallanzani profite de ce moyen pour déterminer la quantité du gaz oxygène disparu, comme la quantité du gaz acide carbonique produit; et il résulte clairement de ses expériences, qu'il y a très-

peu de plantes qui donnent du gaz oxygène au soleil, sous des vases clos pleins d'air ; que quelques-unes laissent l'air précisément dans l'état où il étoit lorsqu'il fut enfermé avec elles, et que le plus grand nombre absorbe beaucoup de gaz oxygène et donne de l'acide carbonique, qui n'a pas toujours été représenté par celui qui entroit dans la composition du gaz acide carbonique produit; enfin qu'il y a eu des plantes qui ont laissé dans l'air avec lequel elles ont été renfermées la même quantité de gaz oxygène qu'il y avoit, mais qui y ont outre cela exhalé de l'acide carbonique. On peut bien présumer que les plantes qui ne donnent point de gaz oxygène dans l'air, quoiqu'elles en donnent sous l'eau, produisent cet effet, parce qu'elles ne contiennent pas l'acide carbonique qui est décomposé au soleil; aussi ces plantes ne donnent point de gaz oxygène sous l'eau bouillie et l'eau de chaux, et elles donnent le gaz oxygène dans l'air quand leurs tiges plongent dans l'eau acidulée; de même les plantes qui conservent la pureté de l'air où on les place, lui fournissent une quantité de gaz oxygène égale à celui qu'elles absorbent.

Il paroît encore, par ces belles expériences, que le gaz oxygène produit au soleil dans l'air par les plantes qui en fournissent sous cette atmosphère et dans cette clôture, a été quelquefois égal en volume à celui qu'elles y produisent sous l'eau au soleil; quelquefois il y en a eu moins; mais en général la quantité produite par les plantes sous l'eau au soleil a été plus grande que celle qui y a été produite dans

l'air commun; par conséquent on peut et l'on doit croire que la quantité d'air produite par les plantes à l'air libre n'est pas si grande qu'on l'avoit cru communément.

Il n'en est pas de même à l'ombre et à l'obscurité, les plantes qui y ont été exposées, après avoir été renfermées sous des vases clos par l'eau, y ont absorbé le gaz oxygène et produit l'acide carbonique, et quelquefois de l'azote; Spallanzani donne les proportions rigoureuses de ces productions et de ces absorptions.

Il résulte un fait général de ces expériences, c'est qu'il y a toujours du gaz oxygène absorbé par les plantes, quand elles n'en produisent pas, et qu'alors elles rendent toujours de l'acide carbonique.

Mais ces expériences montrent aussi que le gaz acide carbonique produit a deux sources, l'une dans l'intérieur de la plante, qui le chasse hors d'elle tout formé; l'autre dans le contact de la plante avec le gaz oxygène de l'air qui se combine avec le carbone de la plante, § XLIII, LV, LVI, LVIII, LXVII.

Enfin, quand les plantes n'absorbent pas le gaz oxygène de l'air avec lequel elles sont renfermées, communément elles en donnent, et la quantité du gaz acide carbonique produit est fort diminuée; ce qui insinueroit déjà qu'il y a eu du gaz acide carbonique décomposé, § LXVII.

Il résulte encore des expériences de Spallanzani, que les plantes fournissent au soleil d'autant moins d'acide carbonique qu'elles donnent plus de gaz oxygène, § LXXXI, ce qui appuye d'une autre manière la décomposition de l'acide carbonique.

§ IX.

Spallanzani a répété les mêmes expériences que j'avois faites en introduisant des plantes dans les gaz hydrogène et azote, et en les y exposant au soleil, il a eu encore les mêmes résultats que moi; il a trouvé qu'elles y rendoient le gaz oxygène au soleil avec l'acide carbonique; mais il observe, ce que je n'avois pas pensé à chercher, c'est que les plantes placées dans ces atmosphères gazeuses à l'obscurité y donnoient le gaz acide carbonique. Cette expérience étoit pourtant bien importante, puisqu'elle prouve que les plantes peuvent le produire sans le concours du gaz oxygène, et par conséquent que ce gaz doit sortir tout formé de l'intérieur du végétal, puisqu'il n'y a rien à l'extérieur qui puisse concourir à le former; mais aussi comme une plante semblable fournit dans l'air commun une quantité de gaz acide carbonique plus grande que dans le gaz hydrogène, on est forcé de conclure que le gaz acide carbonique fourni par les plantes dans l'air commun, est en partie produit aux dépens du gaz oxygène de l'air, et qu'il sort en partie tout fait hors de la plante.

Le gaz hydrogène dans lequel on fait végéter les plantes sur l'eau produit un phénomène qui m'avoit frappé depuis long-temps, et que j'ai vu se renouveler dans les expériences que j'ai faites avec M. Huber sur la germination; c'est la grande diminution de ce gaz, qui ne peut alors se charger que de l'acide carbonique que les graines germantes fournissent avec abondance, ou du gaz acide carbonique qui est produit par les plantes végétantes,

dans le premier cas, comme les expériences de Spallanzani le prouvent. M. Desaussure explique très-ingénieusement ce fait par la production du gaz oxide de carbone : l'acide carbonique est décomposé par le gaz hydrogène à l'aide du calorique que la germination développe, il se forme alors de l'eau, et le gaz acide, dépouillé de son oxygène, se trouve changé en gaz oxide de carbone. Il est au moins certain qu'il y a du gaz oxide de carbone produit, et il n'est pas moins certain que par cette combinaison, il doit y avoir une diminution dans le volume du gaz hydrogène employé ; je puis même dire que j'ai observé quelquefois des goutelettes d'eau qui tapissoient les vaisseaux où j'ai fait ces expériences.

Cependant, comme je me suis assez occupé de ce phénomène en traitant le gaz hydrogène, et que j'aurai l'occasion de publier ce travail, je me bornerai à dire ici, qu'il n'y a jamais eu de diminution du gaz hydrogène quand il a été fermé par le mercure ; que je l'ai toujours observée quand ce gaz étoit fermé par l'eau ; que je l'ai trouvée plus grande, quand ce gaz étoit mêlé avec l'air commun, et qu'elle a peut-être été la plus grande et la plus prompte quand ce gaz étoit mêlé avec l'acide carbonique. Je n'en dis pas à présent davantage, parce que pour traiter ce sujet comme je l'ai fait, il me faudroit faire un épisode qui seroit trop grand dans le Mémoire que je veux faire ici, et auquel cette discussion paroîtroit, avec raison, un hors-d'œuvre.

Le gaz azote, où l'on met végéter les plantes au soleil, y reçoit du gaz oxygène, comme on le voit

lorsqu'on les place dans le gaz hydrogène; mais comme Spallanzani l'a observé, il y a du gaz acide carbonique produit à l'obscurité; ce qui offre les mêmes conséquences que celles que l'on tire de cette production dans le gaz hydrogène.

Il faut pourtant observer que toutes choses étant d'ailleurs égales, la quantité du gaz acide carbonique produit dans le gaz azote par les plantes, est moindre que celle que l'on trouve dans le gaz hydrogène; ce que Spallanzani a vérifié de mille manières.

Il paroîtroit donc que si le gaz acide carbonique se décompose dans le gaz hydrogène, c'est seulement au bout d'un certain temps; il seroit possible aussi que le gaz azote pur suspendît plus vîte l'énergie vitale des plantes qui y sont placées, que le gaz hydrogène qui peut leur servir d'atmosphère.

J'ai vu le gaz azote qui ne se diminue point sur l'eau, souffrir une diminution quand on le mêloit avec le gaz acide carbonique, ce qui peut faire croire que le gaz acide carbonique l'entraîne avec lui quand il se dissout dans l'eau; d'autant plus que le gaz acide carbonique ne m'a jamais paru absolument privé du gaz azote : on pourroit donc attribuer ainsi la diminution du gaz hydrogène, dans le même cas, à la même cause, quoique le carbone dont ces deux gaz se chargent, quand on les fait servir d'atmosphère aux plantes et aux graines, pourroit expliquer aussi cette diminution par la contraction produite dans l'union des deux substances. Il est au moins vrai, que lorsque ces expé-

riences sont fort prolongées, et lorsque la diminution du gaz hydrogène a été considérable, ce gaz qui ne donnoit point de gaz acide carbonique, quand on le brûloit, en donne alors beaucoup, et sa pesanteur en est considérablement augmentée.

§ X.

Spallanzani a démontré que la chaleur avoit une grande influence sur la production de ces gaz; il fait voir qu'à quelques degrés au-dessus de zéro les plantes renfermées dans l'air ne donnent plus d'acide carbonique à l'obscurité, par exemple peu à $5° \frac{1}{2}$; mais qu'elles en donnent ensuite d'autant plus que la chaleur s'élève dans de certaines limites, ce que l'on remarque également pour la production des gaz oxygène et acide carbonique fournis par les plantes exposées à la lumière.

Mais la chaleur semble influer surtout sur l'absorption que les plantes font du gaz oxygène, et sur la production de l'acide carbonique, quand elles sont renfermées dans l'air à l'obscurité.

Il me paroît donc, et cette conséquence me semble capitale, que la chaleur n'agit pas purement et simplement sur les solides et les fluides eux-mêmes des végétaux, elle doit y agir encore pour favoriser cette espèce de fermentation que l'on remarque toujours; elle occasionne des décompositions et des compositions qui se manifestent par le gaz acide carbonique produit et par le gaz oxygène qui s'absorbe à l'obscurité. Il me semble encore, d'après mes expériences, que le gaz oxygène est plus prêt

à s'échapper hors des plantes, lorsque la température est basse et lorsqu'elles sont exposées au soleil, que le gaz acide carbonique, lorsqu'elles sont à l'obscurité; j'ai vu l'ellébore fétide et les mousses donner du gaz oxygène au soleil, quoique le thermomètre y fût au-dessous de zéro, et qu'une partie de l'eau fût gelée, tandis que suivant l'expérience de Spallanzani elles cessent de donner le gaz acide carbonique à l'obscurité, quand le thermomètre est à 5° $\frac{1}{2}$ au-dessus de zéro; alors les plantes végéteroient encore, comme elles végètent à l'obscurité, et la lumière, en agissant chimiquement sur l'acide carbonique de la plante, le décomposeroit à une température au-dessous de zéro pour lui faire donner le gaz oxygène.

On peut comprendre ainsi comment les plantes végètent sourdement pendant l'hiver et comment elles sont en état de développer lentement leurs boutons, qui sont pendant ce temps assez développés pour épanouir leurs feuilles et leurs fleurs aussitôt que le printemps commence à se faire sentir.

§ XI.

Enfin Spallanzani a fait des expériences semblables sur les fleurs et toutes leurs parties, sur les fruits comme sur les graines. J'avois déjà trouvé qu'ils ne donnoient point d'air, ou presque point d'air sous l'eau, et qu'il étoit mauvais; mais Spallanzani détermine précisément que toutes ces substances donnent sous l'eau peu d'air, qu'il ne renferme que très-peu de gaz oxygène et que le reste est toujours

l'acide carbonique mêlé avec beaucoup d'azote. Il a vu que dans l'air ces substances absorboient plus de gaz oxygène qu'elles ne produisoient d'acide carbonique, et qu'elles fournissoient toutes assez d'azote, mais que les pétales en donnoient plus que les autres. Il a remarqué en particulier que les fleurs, dont la queue plonge dans l'eau, gâtent plus l'air que celles qui y sont renfermées à sec; que les feuilles absorbent plus de gaz oxygène que les fleurs, et surtout que les étamines donnent le gaz hydrogène.

Ces expériences, bien imaginées et bien faites, méritent une grande attention; elles montrent d'abord comment la différence des organes influe sur la nature des produits; il n'y a point de rapports à la lumière entre les gaz fournis par les feuilles et les fleurs, puisque les premières absorbent plus de gaz oxygène que les secondes, et puisque les premières fournissent abondamment le gaz oxygène, tandis que les fleurs n'en fournissent que quelques atomes et produisent beaucoup d'acide carbonique et d'azote; mais ce qui est très-frappant, c'est ce gaz hydrogène que les étamines laissent échapper; j'avoue que cette expérience me ramène à l'opinion que j'avois eue, et que j'avois cherché à établir dans le *Mémoire sur l'influence de l'air sur la germination, publié en l'an IX* (1), où je disois qu'il devoit y avoir des cas où l'eau pouvoit être décomposée dans

(1) Cet ouvrage se vend chez J. J. Paschoud, Imprimeur-Libraire, à Genève.

la végétation ; mais dans ce cas et dans la formation des huiles, des résines qui existent dans tous les végétaux, et dont parle avec raison M. Berthollet dans les *Annales de Chimie*, N° 150, il seroit bien difficile de chercher ailleurs la source de ce gaz hydrogène qu'ils contiennent.

Je supposois donc que cette décomposition de l'eau n'avoit lieu dans les végétaux que lorsque les gaz hydrogène et oxygène étoient immédiatement nécessaires pour les besoins du moment de la plante, tandis que l'acide carbonique se décomposoit toujours à la lumière du soleil dans la plante vivante. De cette manière la décomposition de l'eau s'opère en vertu des affinités que les parties de la plante exerceroient sur les parties de l'eau réduite à son dernier terme de division dans les filtres du parenchyme ; que ces affinités se manifesteroient par l'action de la masse des matières qui agiroient sur ces petites quantités de l'eau, et par conséquent que cette décomposition ne s'exécuteroit que pour former de nouvelles combinaisons qui ne laisseroient échapper aucune des parties décomposées ; c'est ainsi qu'elle s'opère dans les plantes étiolées, où il ne peut y avoir que très-peu de gaz acide carbonique décomposé ; c'est ainsi qu'elle a lieu dans la plante verte, et qu'elle y est entretenue par la fermentation insensible et continue qui s'y prolonge toujours : par ce moyen la plante forme ses huiles et ses résines, et se charge du charbon qu'elle renferme.

De cette manière l'explication de M. Berthollet subsiste dans toute son étendue, dès qu'il admet avec

moi la décomposition de l'acide carbonique ; et c'est pour moi une vraie jouissance de penser comme lui à cet égard, puisqu'il admet aussi à présent la décomposition de l'acide carbonique, qui est de première nécéssité pour trouver le carbone abondant des plantes ; il me semble pourtant toujours que la force des affinités employées pour décomposer l'eau doit empêcher l'émission de ces parties décomposées.

Il est cependant vrai que le gaz hydrogène s'échappe des étamines dans l'air libre, et je ne doute pas que l'inflammation de l'atmosphère des fleurs de la fraxinelle ne soit une preuve de l'expérience de Spallanzani; mais la différence de l'organisation de ces parties, l'abondance des matériaux inflammables qui composent ces produits occasionnent aussi des effets que l'on ne remarque pas ailleurs; ces étamines sont remplis d'une huile très-ténue, presque éthérée, qui doit nécessairement avoir pour composant ce gaz hydrogène carboné avec une partie d'oxygène, car tous ces hydrogènes végétaux sont des hydrogènes oxy-carbonés, et ce sont ceux que les chimistes hollandois ont trouvé les élémens de l'huile combinée avec l'oxygène.

§ XII.

Spallanzani a traité la question neuve sur la réparation du gaz oxygène atmosphérique employé par les animaux, les plantes, etc. ; et s'il n'a pas indiqué sa cause, il a détruit une erreur, en montrant que l'eau seule ne pouvoit décomposer l'acide carbonique qu'elle y boit, comme je l'avois cru, et

comme

comme je l'ai dit ; mais je dois le reconnoître, quoique son Mémoire soit fini ; et quoique j'eusse expressément donné mon opinion en divers endroits de mes ouvrages, il ne m'y nomme jamais ; mais je dois avouer aussi qu'il m'a fait renoncer à cette idée, et que je joindrai peut-être encore quelque chose sur ce beau problème.

§ XIII.

Enfin Spallanzani cherche à établir que les plantes sont un très-petit moyen pour rendre à l'atmosphère le gaz oxygène qu'elle perd continuellement, et que les idées que l'on avoit eues sur les avantages que les plantes nous procurent à cet égard sont fort exagérées. Je me permettrai sur ce sujet quelques réflexions que je présenterai au public comme je les aurois adressées à Spallanzani lui-même, si j'avois alors réfléchi autant que je l'ai fait depuis sur ce beau sujet.

§ XIV.

Je voudrois à présent examiner les expériences de Spallanzani, qui semble devoir anéantir l'opinion de la décomposition de l'acide carbonique dans les plantes végétantes au soleil ; mais avant de le faire il convient de rappeler les preuves qui l'ont rendue probable, ensuite il me sera peut-être plus facile de m'occuper des objections que l'on a faites contre cette opinion. Je ne veux pourtant pas entrer dans les détails que j'ai donnés dans divers ouvrages où je m'occupe de ce sujet, et dont j'ai donné un précis dans le troisième volume de ma *Physiologie végé-*

tale ; je me bornerai donc à le rappeler, en y joignant ce qui m'a paru depuis le plus propre pour confirmer cette théorie.

§ XV.

Je découvris que l'acide carbonique dissous dans l'eau favorisoit l'émission du gaz oxygène hors des parties vertes des plantes végétantes qui y étoient exposées au soleil, et ce fait a été confirmé par tous ceux qui se sont occupés de ce sujet.

Je l'avois prouvé par l'expérience; la plupart des plantes ne donnent point d'air au soleil, ou du moins quelquefois une quantité très-petite dans les eaux distillée et bouillie, parce que dans cet état elles sont privées d'acide carbonique; au moins ces mêmes plantes en donnent avec abondance, quand on fait dissoudre de l'acide carbonique dans ces eaux, et quand on y expose alors les mêmes plantes au soleil; ce fait a été reconnu pour vrai par tous les physiciens qui ont répété ces expériences.

Spallanzani l'a vu et démontré comme les autres; mais son exactitude et son grand amour pour la vérité lui firent porter son attention sur quelques faits particuliers qui lui parurent en contradiction avec le premier, et qui lui inspirèrent des doutes sur les conséquences que j'en avois tirées.

Premier fait. Quelques plantes donnent moins de gaz oxygène au soleil dans les eaux fortement chargées d'acide carbonique que dans d'autres où il y en avoit moins; j'avois aussi fait cette observation, et j'avois essayé d'expliquer la cause de cette anomalie.

Second fait. Celui-ci paroît d'abord une expérience tranchante, et il appartient entièrement à Spallanzani. Il y a des plantes qui donnent au soleil du gaz oxygène dans les eaux bouillie ou distillée, dans l'eau privée d'acide carbonique par l'eau de chaux, et dans l'eau de chaux elle-même.

Troisième fait, qui semble aussi d'abord sans réplique, et dont j'avois indiqué les moyens de l'observer, mais que je n'avois pas vérifié par l'expérience. L'eau chargée d'acide carbonique en contient autant, après que les plantes y ont donné du gaz oxygène qu'avant, et les sucs exprimés des plantes, soit qu'elles aient été plongées dans l'eau chargée d'acide carbonique et exposées ainsi au soleil, soit qu'elles se trouvent dans leur état naturel, ne donnent point de marque qui indique chez elles la présence de l'acide carbonique. Cette dernière expérience paroît vraiment décisive, et devroit anéantir ma théorie sur la décomposition de l'acide carbonique.

J'ai été frappé de la force de ces objections, et l'on aura pu voir par mes lettres à Spallanzani et par ses réponses, que j'en avois senti l'importance, et j'aurai volontiers abandonné l'échafaudage que j'avois bâti, s'il m'avoit toujours également paru croulant par ses fondemens; mais un examen plus approfondi de ce sujet et des expériences de mon ami, m'ont ramené à mon opinion, que les brillantes expériences de M. Desaussure ont rendue aussi solide qu'elle me l'avoit toujours paru, et que les suffrages des chimistes les plus illustres ont confirmée en l'adoptant. Je viens à cet examen.

§ XVI.

Premier fait. *Il y a des plantes qui donnent moins de gaz oxygène au soleil dans les eaux qui sont fortement chargées d'acide carbonique que dans celles qui en contiennent une moindre quantité, par conséquent l'acide carbonique n'est pas décomposé par la végétation des plantes au soleil.*

J'ai observé ce fait comme Spallanzani, je suis entré par rapport à lui dans quelques détails, et j'ai remarqué que les plantes aquatiques étoient surtout dans ce cas, comme on peut le voir dans mes Mémoires physico-chimiques, Tom. I.

Ce fait ne me semble point une objection contre ma théorie; 1.° parce qu'il n'exclut pas la décomposition de l'acide carbonique au soleil par ces plantes, qui y donnent encore du gaz oxygène, mais qui en donnent seulement une quantité moindre dans les eaux fortement chargées d'acide carbonique, quoiqu'elles donnent pourtant toujours une quantité de gaz oxygène plus grande dans les eaux qui contiennent une quantité plus petite de ce gaz acide carbonique que dans celles qui n'en contiennent point, puisque ces plantes ne donnent point ou presque point de gaz oxygène dans les eaux distillée et bouillie, et qu'elles le manifestent bientôt dans ces eaux-là même, dès que l'on y fait entrer une petite quantité d'acide carbonique.

2°. Il me paroît donc plutôt que la quantité de l'acide carbonique dissous dans l'eau lorsqu'elle est considérable, met un obstacle plus grand à l'émission du gaz oxygène que les plantes qui y sont plon-

gées n'en mettroient, s'il y avoit moins d'acide carbonique dissous; puisque ces plantes donnent ce gaz oxygène, lorsqu'elles sont exposées au soleil dans une eau qui n'en contient qu'une quantité moindre, et qu'elles n'en donnent point ou presque point dans les eaux qui en sont totalement privées par l'ébullition ou la distillation.

On conçoit d'ailleurs aisément comment une eau fortement chargée d'acide carbonique peut altérer l'organisation foible de quelques plantes en resserrant leurs surfaces, en fermant leurs pores, en leur ôtant ainsi les sorties nécessaires au gaz oxygène élaboré, et les entrées à l'acide carbonique qui pourroit s'y décomposer; cet acide surabondant peut de même altérer les organes intérieurs: ces considérations ne sont point sans fondemens, puisque les plantes très-molles, et surtout les plantes aquatiques, paroissent celles qui donnent alors le moins de gaz oxygène. Cette observation sur les plantes aquatiques me paroît ici frappante; ces plantes habituées à un milieu qui ne contient jamais qu'une petite quantité d'acide carbonique, et qui sont toutes très-souples et d'une constitution fort lâche comme les potamagetons et les conferves, sont plus propres que les autres à s'altérer par l'action forte d'un acide; aussi lorsque l'on diminue la quantité de l'acide carbonique ces plantes donnent, comme les autres, une abondance de gaz oxygène, quoiqu'elles cessent d'en donner au soleil dans les eaux privées de cet acide.

Ceci me rappelle une expérience que j'ai faite et

qui a quelque rapport avec ce que je viens de dire; si l'on met des pois sous l'eau bouillie et sous l'eau commune, il s'y développe une espèce de radicule que M. Huber et moi avions prise pour un commencement de germination, et que M. Desaussure a démontré n'être qu'un gonflement accidentel; n'importe, ce gonflement, cette apparence de radicule ne se montre point dans les pois qui sont mis dans une eau fortement chargée d'acide carbonique, et si les eaux produisent cet effet sur les graines dures, si elles y interceptent l'entrée de l'eau, et si elles s'y conservent comme dans un lieu très-sec, on peut aisément concevoir comment elles produisent un effet analogue sur certaines plantes.

Il paroît donc que dans ces cas l'action des eaux fortement chargées d'acide carbonique est purement mécanique, et que les conséquences que l'on en pourroit tirer contre la décomposition de l'acide carbonique ne sauroient être relatives à cette décomposition.

§ XVII.

Second fait. Mais comme Spallanzani a remarqué que *quelques plantes donnent le gaz oxygène dans les eaux distillée ou bouillie et même dans les eaux de chaux, on ne peut pas dire dans ce cas, que les plantes ont décomposé l'acide carbonique qu'elles ne pouvoient trouver dans les eaux qui en étoient absolument privées, lorsqu'elles y ont été exposées au soleil*; de sorte que la conséquence tirée du premier fait doit subsister, et se trouve fortifiée par celui-ci.

J'avois répondu à Spallanzani par une foule d'expériences que je fis, lorsqu'il m'eut appris celles dont je viens de donner ici le résultat; je l'ai dit dans ma *Physiologie végétale, Tom. III, p. 227.* Il m'écrivit seulement après avoir refait quelques-unes de mes expériences, que ma réponse et ses conclusions méritoient toute son attention, et qu'il s'occuperoit particulièrement de ce sujet.

Je dirai donc en deux mots, comme je l'ai déja dit dans ma *Physiologie végétale*, 1.° qu'il n'y a que quelques plantes qui donnent du gaz oxygène dans les eaux bouillies ou distillées et même dans l'eau de chaux; que cette propriété appartient surtout aux feuilles épaisses des plantes qu'on appelle grasses, et que les feuilles minces n'en donnent point. Spallanzani lui-même en convient, comme on aura pu le voir dans son Mémoire où sont rapportées toutes les expériences qu'il a faites sur ce sujet.

2.° J'ai fait voir dans l'ouvrage cité, que le gaz oxygène rendu par les feuilles exposées au soleil dans les eaux distillée ou bouillie, ou dans l'eau de chaux, étoit le produit de l'air ou du gaz contenu dans la feuille; aussi la quantité que l'on en obtient alors est communément très-petite, tandis qu'elles en fournissent infiniment davantage, quand elles sont exposées au soleil sous des eaux chargées d'acide carbonique; que les feuilles qui donnent du gaz oxygène en petite quantité sous ces eaux privées d'acide carbonique vont bientôt à fond, parce qu'elles sont privées de l'air qui les faisoit surnager; que ces mêmes feuilles qui ont séjourné au soleil sous ces

eaux privées d'acide carbonique pendant quelques heures, transportées sous d'autres eaux semblables et exposées encore au soleil ne donnent plus d'air ou seulement que quelques atomes; enfin que si l'on transporte au soleil des feuilles semblables aux précédentes, ou qui ont séjourné pendant quelques heures dans des eaux privées d'acide carbonique sous des eaux chargées de cet acide, elles y donnent du gaz oxygène à-peu-près comme les feuilles fraîches; ce qui prouve bien que l'acide carbonique agit ici d'une manière marquée pour la production du gaz oxygène.

3.° Je voulus rendre cette preuve plus saillante par une autre d'un autre genre; je mis les feuilles que j'avois employées dans l'eau bouillie, sous la pompe pneumatique où elles étoient renfermées sous un récipient plein d'eau bien privée d'air, et je fis le vide; je n'en retirai point ou presque point d'air; je mis des feuilles fraîches sous la pompe pneumatique de la même manière; je fis le vide et j'en retirai une quantité d'air à-peu-près égale à celles qu'elles avoient donnée au soleil sous l'eau bouillie. Ensuite je mis ces feuilles épuisées d'air par les deux manières, séparément sous des récipiens pleins d'eau chargée d'acide carbonique et sous l'eau bouillie; elles restèrent les unes et les autres d'abord au fond du vase; mais celles qui étoient sous l'eau chargée d'acide carbonique ne tardèrent pas à gagner le haut du récipient, tandis que les autres restèrent au fond de l'eau bouillie; pour le succès de l'expérience il faut les laisser à la même température où l'expé-

rience a été faite ; il est donc bien sûr que les feuilles qui étoient sous l'eau chargée d'acide carbonique, ont tiré ce gaz avec l'eau ; qu'il a quitté l'eau qui le tenoit dissous, et qu'il y a pris dans la feuille une une forme gazeuse.

4.° Enfin ces feuilles exposées au soleil ont donné beaucoup de gaz oxygène sous l'eau chargée d'acide carbonique, et n'ont pas donné un atome d'air sous l'eau bouillie ; il paroît donc que les feuilles qui donnent de l'air au soleil sous l'eau bouillie ne donnent que celui qu'elles contiennent, ou dont elles ont l'élément dans leur parenchyme, et que dans tous les cas elles décomposent l'acide carbonique. Il y a plus, les feuilles tenues dans l'eau chargée d'acide carbonique à l'obscurité donnent au soleil du gaz oxygène sous l'eau bouillie et l'eau de chaux, quoiqu'elles n'en donnent point quand elles n'ont pas été dans les eaux acidulées ; il faut donc que l'acide carbonique qu'elles ont sucé avec l'eau, se soit décomposé ensuite à la lumière dans les eaux qui ne pouvoient leur en donner, et qu'il ait remplacé celui qui est dissous dans l'eau acidulée où ces plantes donnent du gaz oxygène.

Je dirai la même chose des feuilles mises dans l'eau de chaux, en observant qu'il n'y a que les feuilles qui peuvent supporter l'action de ce milieu sans se désorganiser tout à fait, qui donnent de l'air ; mais dans tous les cas elles offrent les mêmes phénomènes que les précédentes, et la difficulté que l'on en tiroit contre ma théorie a rigoureusement la même solution.

Toutes ces expériences, que j'ai variées de mille manières, ont été faites sur quelques-unes des espèces de plantes employées par Spallanzani, et sur d'autres qui leur étoient analogues comme le *sedum anacampseros*, et elles m'ont toutes donné, chacune dans leur espèce, des résultats parfaitement semblables à ceux que j'ai rapportés; elles ne m'ont fourni alors, sous l'eau bouillie et l'eau de chaux, qu'une quantité d'air à très-peu près égale à celle que j'en ai retirée par la pompe pneumatique.

§ XVIII.

TROISIEME FAIT. *L'eau chargée d'acide carbonique ne le perd pas quand on y a exposé des feuilles au soleil pendant un certain temps, puisque l'eau employée à cette expérience fournit le même poids de carbonate calcaire lorsqu'on la mêle avec l'eau de chaux, que la même quantité de cette eau avant l'expérience, par conséquent il n'y a point eu d'acide carbonique pris par les feuilles, et il n'y en a point eu de décomposé par elles au soleil.*

J'avois bien pensé à cette expérience en faisant les autres, je l'ai même indiquée dans mes *expériences sur l'influence de la lumière solaire dans la végétation*, mais je ne la fis pas, parce que je n'imaginois pas des moyens assez sûrs pour la faire convenablement. Spallanzani l'a faite, et il eut le résultat que j'ai donné dans l'exposition du troisième fait opposé à l'opinion que j'ai établie sur la décomposition de l'acide carbonique dans la végétation au soleil.

Je dois faire remarquer ici la difficulté de faire cette expérience avec quelque espoir de succès ; je la vois dans le transvasement de l'eau chargée d'acide carbonique, qui en laisse alors échapper beaucoup ; dans l'exposition de l'eau chargée de cet acide avec la feuille au soleil qui entraîne nécessairement une perte d'acide carbonique comme Spallanzani l'a démontré dans ses expériences sur les eaux chargées d'acide carbonique, où il a bien montré qu'une lame d'air favorise le départ de cet acide, et la feuille fournit d'abord cette lame d'air au soleil, de sorte qu'il doit y avoir dans cette expérience du gaz acide carbonique nécessairement sorti de l'eau ; enfin comme on fait cette expérience dans l'air, il y a toujours à l'air l'eau qui renferme celle qui remplit le récipient ; de sorte que celle-ci doit y perdre son acide carbonique, et ouvrir des sorties à celle qui est sous le récipient, d'autant plus facilement que cette eau est exposée au soleil ; par conséquent ces difficultés étoient insurmontables dans cette manière de procéder, et il ne restoit que la clôture avec le mercure qui pût prévenir ce dernier inconvénient, sans faire éviter les autres, mais d'un autre côté il en introduisoit de nouveaux qui me firent renoncer à cette expérience.

Mais enfin Spallanzani l'a entreprise et exécutée ; il la fit durer pendant deux heures et demie, et au bout de ce temps là, il retrouva en poids par le moyen de l'eau de chaux la même quantité de carbonate calcaire dans l'eau acidulée où les feuilles étoient après l'expérience, qu'il avoit trouvée dans la

même quantité de la même eau chargée d'acide carbonique avant de l'exécuter et il s'assura de la présence du carbonate par l'acide nitreux.

Je vois d'abord par la petite durée de l'expérience que Spallanzani avoit pensé aux inconvéniens dont j'ai parlé. Je remarque ensuite que le poids du précipité n'indique pas tout ce que notre grand observateur lui fait indiquer, puisque les parties gommeuses et gommo-résineuses dissoutes par l'eau de l'expérience, furent précipitées par l'eau de chaux; de sorte qu'il auroit fallu au moins laver à grande eau ce précipité avant de le sécher pour séparer le carbonate de ce qui n'étoit pas lui, et je ne doute pas qu'il n'eût eu alors dans le vrai précipité du carbonate un poids bien moindre que celui qui lui avoit été fourni par le précipité de l'eau chargée d'acide carbonique où l'on n'avoit point mis de feuille, et l'on auroit eu dans ce cas le carbonate pur, puisque dans l'eau de l'expérience il y auroit eu de moins l'acide carbonique évadé par le moyen de la lame d'air, celui qui auroit été pris par la feuille, celui qui se seroit échappé par l'eau qui servoit de clôture à l'expérience; de sorte que si l'on avoit reçu le gaz de cette eau sous un récipient plein de mercure, on auroit pu voir clairement que la quantité d'acide carbonique introduite dans l'eau y avoit été considérablement diminuée.

J'avois fait cette expérience autrement, parce que j'avois désespéré de faire bien la précédente, elle n'est certainement pas aussi tranchante que l'auroit été la première, si elle avoit pu se faire avec rigueur, mais elle peut pourtant signifier quelque chose.

Je remplis un récipient contenant 244,57 grammes, ou 8 onces d'eau avec de l'eau chargée d'acide carbonique, j'y mis pendant plusieurs jours de suite des feuilles que je retirai de cette eau tous les soirs, pour en remettre de nouvelles le matin suivant, et je les laissai ainsi exposées au soleil depuis le moment où il pouvoit les éclairer jusques à son coucher; je vis la quantité de l'air produit par elles diminuer chaque jour et je répétai les changemens de ces feuilles jusques au jour, où elles n'en donnèrent plus ou presque plus, alors je fis entrer de l'acide carbonique dans l'eau qui restoit, et quand l'eau s'en fut chargée, j'y replaçai des feuilles de la même espèce au soleil qui donnèrent du gaz oxygène comme la première fois que je les y plaçai, et je vis ce que j'avois déjà vu en faisant l'expérience avec l'eau bouillie, où les feuilles minces ne donnent point d'air au soleil, mais qui en donnent aussitôt que l'on introduit dans cette eau de l'acide carbonique.

Cette expérience n'a pas, il est vrai, l'élégance de celle de Spallanzani, mais il me semble que les conséquences que l'on en peut tirer sont bien plus sûres, quoiqu'elles ne soient pas à rigueur sans exception.

§ XIX.

Enfin, et ce fait devoit servir à Spallanzani de preuve, pour le précédent *les sucs des feuilles qui ont séjourné dans les eaux chargées d'acide carbonique ne donnent aucune trace d'acide carbonique, quoique ces feuilles aient donné au soleil du gaz*

oxygène, ou même lorsqu'elles y ont été tenues à l'obscurité. Cette expérience très-bien vue ébranla encore l'opinion de ce grand physicien sur la décomposition de l'acide carbonique par la végétation au soleil.

Cette expérience au premier coup-d'œil peut paroître décisive; cependant, quand on y fait bien attention, il me semble que sa force peut être assez diminuée.

Dans l'expression que l'on fait des feuilles pour en obtenir les sucs; il est certain que les sucs propres sont mêlés avec la lymphe qui doit seule contenir l'acide carbonique; il est donc aussi certain que la lymphe y est enveloppée, de manière qu'elle empêche l'action immédiate de l'eau de chaux sur l'acide carbonique, qui ne peut jamais y être que dans une petite quantité et fort divisé; comme il empêche l'action du soleil sur cet acide dans les sucs des plantes exposées au soleil; je l'ai vu diverses fois, cependant il est bien sûr que cet acide carbonique s'y trouve, puisque je l'ai vu dans les pleurs de la vigne, puisque les plantes qui plongent dans une eau chargée d'acide carbonique donnent plus de gaz oxygène au soleil que celles qui n'y trempent pas: ce que j'avois vu, il y a long-temps et ce que Spallanzani a vérifié; enfin puisque les plantes elles-mêmes rendent l'acide carbonique contenu dans leur intérieur, comme ce dernier l'a démontré, et comme elles le rendent encore avec le gaz oxygène sous l'eau au soleil; mais pourquoi donc dirai-je encore les sucs des plantes exposées au soleil

sous des récipiens qu'ils remplissent, ne donnent-ils pas même ce gaz au soleil comme je l'ai vu mille fois? Parce que Spallanzani a démontré que les eaux acidulées ne laissoient échapper ce gaz dans les vases pleins au soleil, que lorsqu'elles en contenoient une certaine quantité, et lorsqu'il y avoit une lame d'air pour en faciliter la sortie.

Je croirois aussi que l'expérience de Spallanzani sur ces sucs n'a pas été assez prolongée et qu'il n'auroit pas fallu conclure de ce que le gaz acide carbonique ne s'étoit pas manifesté d'abord par le moyen de l'eau de chaux à sa non-existence absolue; s'il avoit conservé le précipité mucilagineux qui se forma, et s'il l'avoit desséché, je ne doute pas qu'il n'en eût retiré l'acide carbonique en y versant l'acide nitrique.

On sait d'ailleurs qu'il y a des combinaisons calcaires, comme celle des terres de ce genre que l'on appelle de première création, qui contiennent réellement l'acide carbonique, et qui ne le développent par le moyen d'un acide qu'au bout de quelque temps et avec une extrême lenteur: j'ai eu des résidus pareils d'analises de végétaux qui ne dégagèrent ce gaz que de cette manière, et en particulier un résidu calcaire de l'analise des pleurs de la vigne.

Mais puisqu'il est vrai que la lymphe contient l'acide carbonique; puisqu'il est également vrai que les plantes tirent par leurs tiges l'eau acidulée par l'acide carbonique, où on les plonge; puisqu'il est encore aussi vrai que cet acide introduit par l'eau

dans la plante favorise l'émission du gaz oxygène au soleil, et puisque les plantes donnent dans tous les cas le gaz acide carbonique qui s'échappe hors de leur intérieur, comment se fait-il que les feuilles placées quelque temps dans ces eaux chargées d'acide carbonique ne donnent point de gaz acide carbonique, ou ne troublent pas l'eau de chaux quand on les y plonge, ou quand on y exprime leurs sucs? Je rappelle d'abord ici tout ce que je viens de dire, mais je dois observer d'abord, que dans les feuilles exposées sous l'eau au soleil, le gaz acide carbonique se décompose dans la feuille à mesure qu'il y entre, que l'on y en trouve véritablement comme je l'ai dit; qu'il faut penser encore que l'on ne peut nier la présence du gaz acide carbonique dans l'intérieur des feuilles, puisqu'elle y est prouvée par le fait, puisqu'il en sort avec le gaz oxygène dans ces jets d'air que fournissent les plantes grasses dont on déchire les feuilles, comme on a pu le voir dans le mémoire précédent; de sorte que sa présence ne peut être mise en doute : son existence incognito dans les feuilles peut tenir à son union avec le mucilage que l'eau de chaux peut précipiter sans toucher l'acide carbonique; enfin il peut éprouver telle modification dans la feuille qui lui ôte ses affinités avec la chaux dissoute dans l'eau, et ce cas ne seroit pas nouveau. On sait que l'acide carbonique placé sur un mélange de limaille et de soufre y perd au bout de quelque temps la propriété de se dissoudre dans l'eau, sans doute parce qu'il y perd une grande partie de son oxygène, au moins y

a-t-il

a-t-il une grande quantité de ce gaz qui disparoît, et rien ne s'oppose à croire que les choses se passent de cette manière dans les végétaux, et que l'oxygène qui se sépare d'abord en partie de cet oxide de charbon s'applique dans l'ombre à la nourriture du végétal, tandis que lorsque cette décomposition est accélérée par la lumière qui la favorise, l'abondance de la production de l'oxygène le force alors à s'échapper hors de la plante; d'ailleurs l'acide carbonique dans l'état de celui dont j'ai parlé ne trouble plus l'eau de chaux.

Enfin j'ai bien vu que les plantes qui avoient séjourné dans une eau chargée d'acide carbonique à l'ombre donnent par le moyen de la pompe pneumatique une quantité d'air qui contient environ un huitième de son volume d'acide carbonique; M.r Desaussure a fait aussi cette expérience et il y a trouvé 0,03 d'acide carbonique dans le *cactus opuntia*, le résultat de cette expérience diffère à cet égard des expériences analogues faites par Spallanzani, mais les moyens me paroïssent aussi plus énergiques pour faire sortir ce gaz que ceux que mon ami a employés : on peut faire ces expériences avec le mercure, on peut les faire dans l'eau bouillie et avec ce dernier fluide, on trouvera une partie de l'acide carbonique dissous dans l'eau par le moyen de l'eau de chaux.

Il faut rappeler ici l'expérience que j'ai rapportée § XVII où les feuilles qui ne donnent point de gaz oxygene dans les eaux bouillie et distillée comme dans l'eau de chaux en donnent néanmoins

quand elles ont été tenues à l'obscurité dans des eaux chargées d'acide carbonique, il faut donc qu'elles y aient pris de l'acide carbonique et que cet acide s'y soit décomposé.

Mr Desaussure qui n'avoit pas pensé que l'on pût faire cette objection, l'a néanmoins résolue d'une manière aussi juste qu'élégante dans ses *Recherches chimiques sur la végétation*; il y montre que la feuille après avoir été exposée au soleil ne contient point de gaz acide carbonique, parce qu'il a été décomposé, que si on l'expose alors à l'obscurité, l'air la traverse comme les autres gaz, que son gaz oxygène se combine avec le carbone de la plante, et forme l'acide carbonique qui se dissout dans l'eau, et qu'il éprouve par l'organisation de la plante une compression qui limite les quantités de l'absorption; de sorte que celui qui se forme sans cesse devient libre, parce qu'il ne peut plus se combiner, ce qui peut expliquer l'acide carbonique fourni par les plantes, quoique cela n'explique point celui qui est fourni dans les gaz hydrogène et azote, mais comment la feuille ne se sature-t-elle jamais d'acide carbonique quoiqu'elle paroisse devoir en être saturée ou dans l'air ou dans les eaux qui en sont chargées? Mr Desaussure montre fort bien que cet effet est produit par l'affinité bien décidée de l'air pour d'acide carbonique, qui a ses limites; ce qu'il prouve par l'enlevement que l'air fait de l'acide carbonique aux eaux qui en ont une certaine quantité, comme Spallanzani l'avoit aussi prouvé par des expériences directes; de sorte que

l'air atmosphérique n'étant point en équilibre de saturation avec une feuille saturée d'acide carbonique, il lui en enlevera une partie, par conséquent le végétal ne sauroit en accumuler beaucoup.

Enfin toutes les plantes donnent l'acide carbonique dans les gaz hydrogène et azote comme Spallanzani l'a prouvé.

§ XX.

Spallanzani a eu encore une idée qui mérite l'examen, quoiqu'il ne paroisse pas s'y arrêter, et qu'il ait plutôt cherché à la combattre qu'à l'établir; il a pensé qu'il seroit possible que l'acide carbonique ou l'eau se décomposât à la surface des plantes exposées sous l'eau au soleil; cette idée qui est dans les possibles étoit vraiment digne de sortir de la tête d'un homme qui aimoit la vérité autant que ce grand observateur, et qui ne vouloit négliger aucun des moyens propres à la faire trouver; cette idée devoit donc être soumise à l'expérience; mais Spallanzani n'eut pas sans doute le temps de remplir les vues qu'il s'étoit proposées, et j'ai cru qu'il seroit utile de prouver par le fait que l'air que l'on obtient des feuilles exposées sous l'eau au soleil sortoit de leur intérieur. Je me suis donc dit que si l'on pouvoit le prouver, on auroit démontré que la décomposition de l'eau ou de l'acide carbonique ne se fait pas à la surface des plantes; je crois même que mes preuves ne permettront pas d'imaginer la réunion des deux moyens.

J'ai prouvé par une expérience qui m'a toujours paru concluante que le parenchyme de la feuille

qui fournissoit le gaz oxygène rendu par les feuilles exposées sous l'eau au soleil étoit la source de ce gaz, comme on peut le voir dans mes *Mémoires physico-chimiques:* puisqu'une feuille de joubarbe privée de son épiderme donnoit ce gaz par grosses bulles, quand on la tenoit sous l'eau, tandis qu'il ne se forme sur la feuille entière que par petites bulles; mais l'épiderme enlevé à cette feuille ne donnoit pas sous l'eau au soleil un atome d'air quand on l'avoit soigneusement séparé du parenchyme, qu'il recouvroit : il paroît donc par cette expérience que l'air produit par la feuille étoit sorti de son intérieur ou de son parenchyme, puisque l'épiderme qui le recouvroit n'a pas donné une bulle d'air.

On ne peut donc pas soupçonner que le gaz produit par le contact de l'eau avec l'épiderme de la feuille soit l'effet de ce contact avec l'épiderme, puisque ce contact existoit dans cette expérience avec l'épiderme, comme avec le parenchyme, et si le contact de l'épiderme seul avec l'eau n'a point produit d'air, il faut convenir que ce contact n'a pas produit le gaz oxygène que le parenchyme écorché a donné, puisque cet air sort au travers des pores de l'épiderme dans la feuille entière; cependant cet épiderme séparé ne fournit point d'air.

J'ai prouvé cela d'une autre manière par une expérience faite dans un autre but, il y a bien long-temps, et que l'on peut trouver, dans mes *Expériences sur l'influence de la lumière solaire dans la végétation.* Je pris un rameau de framboisier, je dépouillai son extrémité inférieure de ses feuilles,

je l'introduisis dans une bouteille vide où je la scellai de manière que l'eau ne pût y entrer, et je plaçai la bouteille et le rameau sous un récipient plein d'eau chargée d'acide carbonique. Je pris un autre rameau de la même plante parfaitement semblable au premier avec le même nombre de feuilles dont je fis entrer l'extrémité dépouillée de feuilles dans une bouteille pleine d'eau chargée d'acide carbonique, je scellai de même ce rameau à la bouteille, et je le fis passer sous un récipient semblable au premier et rempli de la même eau. Les deux rameaux restèrent ainsi sous l'eau exposée au soleil pendant 8 heures; je vis alors clairement que ces 2 rameaux avoient été bien scellés, puisqu'il n'entra point d'eau dans la bouteille vide, et puisqu'il manqua une partie de l'eau dans la bouteille pleine; ce qui m'apprit que le rameau de la plante l'avoit tirée. Quel en fut le résultat? Le rameau dont l'extrémité plongeoit dans l'eau chargée d'acide carbonique donna le double d'air que le rameau dont l'extrémité plongeoit dans la bouteille vide. Si donc la décomposition s'étoit faite à la surface des feuilles, pourquoi y a-t-il eu cette différence si grande dans le produit aériforme des deux rameaux, tandis que toutes les autres circonstances étoient égales hors celles du milieu où étoient placées les extrémités de ces rameaux? D'où vient donc la différence, si ce n'est parce que l'acide carbonique fourni par l'eau, où l'extrémité de la plante étoit logée a pénétré le rameau, est entré dans les feuilles et s'est décomposé avec celui qui a pénétré dans les feuilles. En répétant

cette expérience j'employai l'eau commune au lieu de l'air commun qui remplissoit une des bouteilles; alors j'eus dans la première bouteille une quantité de gaz oxygène produite beaucoup plus grande que dans celle de la précédente expérience qui avoit été seulement remplie d'air commun, parce que celle-là avoit fourni au rameau, et par conséquent à ses feuilles, l'acide carbonique que le rameau n'avoit pu avoir dans l'autre cas.

Spallanzani a même confirmé cette expérience par une autre qui lui est analogue et qui me paroît plus concluante encore, puisqu'il plaça sous deux récipiens égaux en capacité et pleins d'air un rameau semblable de la même plante, dont l'un plongeoit dans une bouteille pleine d'eau commune et l'autre dans une bouteille pleine d'eau chargée d'acide carbonique; il les exposa pendant le même temps au soleil et il y eut une grande différence dans la quantité du gaz oxygène produit, elle fut beaucoup plus grande dans le récipient où le rameau plongeoit dans la bouteille dont l'eau étoit chargée d'acide carbonique que dans l'autre rempli par l'eau commune. Ici il ne reste plus de doute que l'acide carbonique entré dans la plante avec l'eau qui l'a pénétrée et qui s'est répandue dans les feuilles a été la cause de cette quantité plus considérable de gaz oxygène trouvé dans le récipient.

Enfin Spallanzani a vu comme moi ces jets d'air qui s'échappent hors des parties coupées ou déchirées des feuilles, et surtout de celles qui sont épaisses et privées de leur épiderme, il a recueilli cet air,

il l'a examiné et il a trouvé le gaz oxygène mêlé avec l'acide carbonique qui en sortoit égal en pureté à celui qui se tamisoit au travers de l'épiderme ; de sorte que je ne saurois imaginer qu'il pût rester aucun doute sur la sortie du gaz oxygène hors de l'intérieur de la plante, ni sur celle de l'acide carbonique qui lui est mêlé.

Comme ce point me paroît important ; je joins encore ici quelques considérations qui peuvent avoir leur intérêt pour apprécier ma théorie.

Si les feuilles de la jacobée donnent de l'air au soleil en passant d'une eau réchauffée par lui à 20°, et si elles en donnent de même dans une eau réchauffée au soleil seulement à 3° au-dessus du zéro, il est bien clair que ce n'est pas l'air détaché de la feuille qui l'a fourni, puisque les feuilles mises à l'obscurité dans une eau réchauffée à 20° n'en donnent point; il faut donc que ce gaz soit préparé dans l'intérieur de la feuille.

C'est un fait que les feuilles contiennent de l'air, puisqu'elles surnagent dans l'eau avant de l'avoir perdu au soleil et qu'elles surnagent dans l'eau bouillie sous la pompe pneumatique quand on fait le vide ; mais ces feuilles quelqu'effort que l'on fasse ne rendent qu'une très-petite quantité d'air qui est assez mauvais par l'expression ou par le moyen de la pompe pneumatique ; on le voit alors s'échapper sous l'eau, au moins par ce dernier moyen au travers des pores de l'épiderme, ou plus facilement encore au travers des déchirures que l'on peut leur faire, qui en accélèrent la sortie ; mais il est toujours

très-difficile de le faire sortir entièrement, parce qu'il se trouve plus ou moins niché dans le mucilage ou dans les vaisseaux les plus petits, et les moyens les plus forts ne réussissent pas d'abord à l'en déloger.

Outre cela, comme les feuilles donnent d'autant plus d'air sous la même eau, lorsqu'elles sont plus fraîches et plus vivantes; on conçoit que cet air produit est un effet de la feuille végétante; aussi les feuilles en donnent-elles, aussitôt qu'elles commencent à vivre ou tant qu'elles vivent d'une manière développée; c'est pour cela que les jeunes feuilles et toutes les feuilles en automne fournissent moins d'air au soleil que les feuilles adultes; dans le premier cas, l'organisation n'a pas pris toute sa consistance; et dans le second, elles commencent à ralentir leur végétation; c'est encore pour cela que les feuilles sèches, les étiolées donnent très-peu d'air comme je l'ai vu, parce qu'il n'y a point d'organes assez en mouvement pour favoriser cette élaboration; c'est pour cela encore que les feuilles fanées donnent très-peu d'air parce que leur organisation est altérée, mais tout cela prouve encore que le contact seul des feuilles avec l'eau et avec l'air n'est pas suffisant pour produire cet effet, puisque ce contact a toujours lieu dans ces expériences.

Enfin l'expérience de Spallanzani et les miennes ont bien prouvé qu'il n'y avoit point d'air produit par les feuilles au soleil sans végétation, et que cette production est toujours proportionnelle au degré de chaleur dans de certaines limites et aux époques de l'année qui favorisent cette végétation; ainsi les

plantes qui donnent beaucoup d'air au soleil pendant l'été en donnent très-peu en automne, et presque point en hiver, comme les expériences de Spallanzani et les miennes l'ont bien établi; ainsi à 0° il n'y a point d'air produit par la plupart d'entr'elles, parce qu'il n'y a plus de végétation, ou plutôt qu'elle est considérablement affoiblie.

§ XXI.

La solution de ces difficultés contre ma théorie de la décomposition de l'acide carbonique dans les plantes qui végètent au soleil m'a mis dans le cas de rappeler quelques-unes des preuves que j'en avois déjà données; je ne m'arrêterai pas à les discuter, parce que les objections qu'on a faites sont seulement relatives à la proposition générale, et ne sauroient s'appliquer aux argumens particuliers par lesquels j'ai voulu l'appuyer. Il paroîtroit même que toutes mes expériences s'accordent parfaitement avec celles de Spallanzani : aussi je me bornerai ici à rappeler les expériences de Spallanzani qui peuvent lui servir de preuves et celles de M.r Desaussure qui paroissent en être la démonstration ; pour le reste je renvoie à mes autres ouvrages et à ma *Physiologie végétale.*

Les plantes contiennent l'acide carbonique et le rendent dans les gaz hydrogène et azote où certainement, il n'y a rien qui puisse le produire, quand ces gaz sont comme ils étoient dans les expériences de Spallanzani parfaitement lavés et purs ; il en résulte donc que cet acide est existant dans les plantes puisqu'elles peuvent le chasser hors d'elles.

Spallanzani a fait une expérience où il a vu l'acide carbonique s'échapper des feuilles mises dans une eau privée d'acide carbonique par l'eau de chaux; de sorte que lorsqu'il n'y a point de gaz acide carbonique produit dans l'air au soleil, c'est parce qu'il y a eu du gaz oxygène produit par la décomposition de l'acide carbonique, et si l'on n'en trouve point dans les sucs, c'est parce qu'il y est enveloppé de manière que l'eau de chaux est sans prise sur lui, § CVI, CVII.

Les plantes qui donnent un peu d'air dans l'eau bouillie en donnent beaucoup plus dans l'eau commune qui contient de l'acide carbonique et encore plus dans cette eau qui en est chargée atificiellement d'une quantité plus grande; de sorte que par ces nuances, on voit l'influence de l'acide carbonique sur la production du gaz oxygène que les plantes produisent depuis l'acide contenu dans la plante elle-même jusques à celui que leur ajoutent les eaux différemment acidulées où on les plonge, § CII, CIV.

L'azote trouvé par Spallanzani, et que j'avois remarqué depuis long-temps dans l'air rendu par les plantes qui végètent au soleil, ne peut être que celui qui est porté par l'acide carbonique, à moins d'être comme cela n'est pas invraisemblable un effet des modifications de l'acide carbonique; mais de quelque manière qu'on l'envisage, il faut reconnoître qu'il sort de la plante, et qu'il accompagne l'élaboration de l'acide carbonique, puisqu'il y en a d'autant plus que la quantité du gaz oxygène produit est plus

grande, et que la plante trouve sous l'eau une plus grande quantité d'acide carbonique, pourvu que cette quantité soit en rapport avec la constitution du végétal, § CXVI, CXVIII.

Je crois avoir bien prouvé que les plantes qui donnent de l'air au soleil dans les eaux privées d'acide carbonique et même dans l'eau de chaux ne donnent que l'air qui provient de la décomposition de l'acide carbonique renfermé dans leur parenchyme; mais Spallanzani a vu la feuille du *sempervivum tectorum* rompue sous l'eau privée d'acide carbonique par l'eau de chaux et exposée au soleil donner de l'air; ce qui n'a pu arriver que parce qu'il sortoit de l'intérieur de la feuille où il étoit logé et où l'acide carbonique décomposé l'avoit fait naître, et s'il a vu comme moi que les feuilles minces ne donnoient point d'air de cette façon; c'est parce qu'elles ne contenoient qu'une quantité d'acide carbonique à peine appréciable; de sorte qu'il falloit que cet acide fût sans cesse renouvelé dans la feuille par la suction pour lui faire produire ce gaz oxygène, quand elle étoit exposée sous l'eau chargée d'acide carbonique au soleil; enfin, j'ai bien fait voir comme Spallanzani, que les feuilles qui donnent du gaz oxygène au soleil sous les eaux privées d'acide carbonique en donnent très-peu et pendant très peu de temps, j'ai même montré qu'elles n'en donnoient guères que la quantité qu'on peut en tirer par la pompe pneumatique; de sorte que les plantes dans ce cas cessent de donner le gaz oxygène, quand elles ont élaboré celui qu'elles contenoient et qu'elles n'en donnent plus long-temps, que lorsqu'elles

peuvent renouveler celui qu'elles ont décomposé, dans les eaux chargées de cet acide, § CXXIII, CXXVIII.

Spallanzani a vu encore que l'air exprimé sous l'eau d'une plante qui a été exposée au soleil est meilleur que celui que l'on retire d'une plante qui est restée à l'ombre; ce qui me semble prouver que l'élaboration de cet air se fait dans l'intérieur de la plante, et que la quantité du gaz acide carbonique y est moindre, § CXXXIII, CXXXVI.

Mais Spallanzani observe aussi que les plantes absorbent dans l'air le gaz oxygène et y produisent l'acide carbonique comme ses expériences multipliées le lui ont fait voir et comme il est aisé de s'en convaincre en les répétant; mais les plantes donnent encore alors le gaz oxygène au soleil. Comment donc imaginer l'émission simultanée de ces deux gaz, du composé et d'un de ses composants?

Je comprends comment au premier coup-d'œil cela peut former quelque obscurité, mais il me semble aussi qu'avec quelque attention elle disparoît bientôt. Si l'on imagine que l'acide carbonique pénétre les feuilles avec trop d'abondance; il peut y avoir un degré de gonflement qui nécessite la sortie de tous les deux. Il est bien probable aussi que l'acide carbonique en se décomposant fasse reprendre au gaz oxygène qui se forme une expansibilité qui force sa sortie, comme on le voit dans les jets d'air que quelques feuilles fournissent; alors il n'est pas étonnant que ces jets entraînent avec eux une quantité de l'acide carbonique qui les avoisine: aussi ces jets d'air en contiennent assez. Enfin l'expérience apprend que

cette double émission est réelle, puisqu'on l'observe dans les plantes mises au soleil sous les gaz hydrogène et azote.

Je ne sais si je me trompe moi-même, mais comme la décomposition de l'acide carbonique dans les plantes explique tous les faits connus, et qu'elle rend raison en particulier de la présence du charbon dans les plantes que l'on chercheroit vainement à concevoir par d'autres moyens ; il me semble que cette idée doit être mise au-dessus d'une simple hypothèse ; car enfin si la vraie cause d'un phénomène les explique tous, il me semble qu'une hypothèse qui amène toutes ces explications la remplace jusques à un certain point, et si cette hypothèse est soutenue par une foule d'expériences et d'analogies, ne doit-elle pas être regardée comme montrant les moyens que la nature a pu mettre en usage ?

Il y a un fait qui m'a toujours paru frappant dans mes expériences. J'avois mis un rameau de framboisier sous un récipient plein d'eau chargée d'acide carbonique ; j'en fis passer un autre semblable à tous égards, mais attenant à l'arbuste sous un récipient semblable, contenant la même quantité de la même eau ; le premier jour la tige coupée donna moins d'air que la seconde, mais le jour suivant la différence fut beaucoup plus grande ; pourquoi cela ? toutes choses étoient égales dans les deux récipiens avec la seule différence que l'un des rameaux étoit coupé et que l'autre tenoit à la plante ? On voit bien que le premier tira dans le premier jour à peu près autant d'eau que celui qui sortoit de l'arbuste, au lieu que dans le

second jour la suction diminua comme je l'avois observé dans les rameaux dont j'étudiois la suction. Il résulte de là que le premier jour, il y eut un peu moins d'eau tirée dans le rameau coupé, que dans celui qui étoit resté attaché à l'arbuste; de sorte qu'il y eut moins d'acide carbonique porté dans les feuilles pour se joindre à celui que l'eau pouvoit leur donner et par conséquent il y en eut moins de décomposé.

Cette expérience explique fort bien pourquoi les plantes donnent moins de gaz oxygène au soleil sous l'eau en automne qu'en été et au printemps, puisque j'ai prouvé que la suction diminuoit en automne; de sorte qu'il arrive alors moins de gaz acide carbonique aux feuilles, et il y a moins de gaz acide carbonique décomposé; aussi quand en hiver la suction est presque nulle, il n'y a plus ou presque plus de gaz acide carbonique décomposé dans la plupart des plantes, parce qu'elles ne tirent alors plus de sucs hors de terre.

J'ai déjà parlé du gaz acide carbonique mêlé avec le gaz oxygène que les plantes donnent sous l'eau au soleil; on le trouve aussi dans l'air où l'on place les plantes au soleil sous des vases clos; il est aisé de comprendre qu'il s'échappe avec le gaz oxygène, mais Spallanzani a trouvé que les plantes en rendoient toujours une quantité plus grande dans l'air commun que dans les gaz hydrogène et azote; ce qui lui a fait conclure avec beaucoup de raison que l'excédent que l'on trouve dans la production de ce gaz, lorsque es plantes sont placées dans l'air commun, doit être

attribué à la combinaison du gaz oxygène de l'air avec le carbone de la plante.

Enfin Desaussure dans ses *Recherches chimiques sur la végétation*, cet ouvrage qui mérite une place distinguée entre les meilleurs ouvrages de ce genre par l'esprit philosophique qui en a dirigé les expériences, par l'exactitude avec laquelle elles sont faites, par la chaîne vraiment logique d'idées qui les unit et la solidité des conséquences qu'il en tire. M.r Desaussure me semble avoir démontré avec rigueur ce que je n'avois fait que rendre très-probable. Il a démontré qu'une certaine quantité d'acide carbonique étoit nécessaire dans l'air pour favoriser la végétation des plantes, que cet acide carbonique étoit absorbé par elles, que leur carbone étoit augmenté par la décomposition de cet acide, et que ce carbone diminuoit dans les plantes qui végétoient dans une atmosphère privée d'acide carbonique; il a donc montré de cette manière, que la lumière qui décompose cet acide dans les plantes favorise l'augmentation de leur carbone à l'air libre et que les plantes périssent beaucoup plus tôt au soleil dans une atmosphère privée d'acide carbonique que dans une atmosphère qui en contient une certaine quantité.

Il a fait voir outre cela que les plantes absorboient le gaz oxygène et le rendoient à l'obscurité en acide carbonique, que les plantes absorbent l'acide carbonique contenu dans l'air atmosphérique, et que le gaz oxygène forme dans la feuille l'acide carbonique qui se dissout dans l'eau de végétation, où il est retenu jusques à ce qu'il s'échappe à l'obscurité, ou

se décompose à la lumière. Enfin que quelques plantes marécageuses qui supportent l'action d'un hydrosulfure, quoiqu'il leur enlève le gaz oxygène ne supportent pas de même le voisinage de la potasse qui leur enlève l'acide carbonique.

Il prouve surtout par une expérience directe que le *cactus opuntia* ne fournit du gaz oxygène que par la décomposition de l'acide carbonique.

Je me suis borné à ces énoncés, parce que je ne veux pas priver les physiciens du plaisir de lire ses élégantes démonstrations, et leur ôter l'avantage de connoître les moyens ingénieux qu'il a employés, et les ressources qu'il leur fournira pour perfectionner l'art de faire ces expériences.

§ XXII.

Cette belle opération des végétaux qui transforme le gaz acide carbonique en gaz oxygène, ou plutôt qui décompose cet acide en ses élémens, est certainement l'effet de la lumière immédiate du soleil; sans elle il n'y a point de gaz oxygène produit au dehors des plantes, avec elle il n'y a que très-peu d'acide carbonique qui s'en échappe, mais sans elle les plantes en produisent beaucoup plus; il résulte donc de là par une conséquence naturelle, que l'acide carbonique qui sort de la plante à l'obscurité s'y décompose à la lumière, et si la quantité du gaz oxygène produit à la lumière est pour l'ordinaire plus considérable que la quantité d'acide carbonique qui s'échappe à l'obscurité, on en voit la raison dans ce que l'on sait sur l'influence de la lumière, pour

faire

faire sucer aux plantes les sucs qui entourent leurs racines, et pour y faire entrer avec eux l'acide carbonique qui y est dissous; aussi comme la vivacité de la lumière augmente dans les plantes la production du gaz oxygène, elle y favorise de même dans une proportion pareille la quantité de l'acide carbonique qui y entre.

D'un autre côté l'on voit que les plantes à l'obscurité sont blanches et effilées; que la lumière seule les peint de leurs couleurs, et que la chaleur loin de produire cet effet concourt à les étioler davantage, lorsqu'elles sont sous les tubes couverts. Il résulte donc de là, par une conséquence immédiate, que comme il n'y a point alors de gaz oxygène produit, il n'y a point d'acide carbonique décomposé dans une certaine quantité, et que comme la matière colorante verte des plantes contient une quantité considérable de charbon, tandis que les plantes étiolées en contiennent beaucoup moins, comme je l'ai prouvé; il paroîtroit que cette matière colorante verte produite par l'action immédiate de la lumière sur les plantes qui leur fait rendre le gaz oxygène, est l'effet de la décomposition du gaz acide carbonique, qui dépose alors son carbone sur le parenchyme de la plante originairement jaune; de sorte que le charbon étant plutôt bleu que noir forme cette couleur verte en s'unissant à ce fond jaune; alors encore cette couleur verte se nuance suivant la quantité du carbone déposé, ou suivant la nuance jaune du fond auquel il s'unit.

On voit aussi comment tout se lie par cette théorie, et comment ces phénomènes divers qui peuvent

sembler si différens entr'eux se rapprochent et se trouvent les effets naturels de la même cause.

Il est vrai que dans les plantes étiolées, on trouve le carbone et la résine; aussi dans mon opinion il ne sauroit y avoir du charbon sans une décomposition du gaz acide carbonique, tout comme il ne sauroit y avoir de résine sans gaz hydrogène; je conclus donc encore avec M.r Berthollet, qu'il y a des élémens dans les composants des végétaux qui fournissent l'un et l'autre; l'expérience démontre la décomposition de l'acide carbonique pour la source du carbone, et l'on peut supposer la décomposition de l'eau pour l'hydrogène; mais comme l'on trouve ce carbone et cet hydrogène dans les plantes qui n'ont pas été exposées à la lumière; il en résulte que l'acide carbonique et l'eau doivent se décomposer encore sans cet intermède.

J'avois déjà imaginé que cette décomposition de l'acide carbonique pouvoit avoir lieu par une double affinité, qu'alors ce qui étoit indispensablement nécessaire à la conservation de la plante se décomposoit et s'appliquoit à son développement : de sorte qu'il n'y avoit rien de surabondant; mais lorsque la végétation est vigoureuse, lorsque la lumière la favorise par l'abondance des sucs; lorsqu'il y a une nouvelle affinité à contracter pour l'oxygène, alors sa grande abondance relativement au charbon et à l'hydrogène rend son gaz trop considérable en quantité pour être combiné ou contenu dans la plante, alors encore il est forcé de s'échapper par les portes qui lui sont ouvertes, et c'est pourtant ainsi probable-

ment que l'on trouve le charbon dans la plantule et dans les plantes étiolées, comme on le trouve avec le gaz hydrogène dans la résine qu'elles renferment; aussi ce charbon disséminé dans les sucs, et ce gaz hydrogène en petite quantité, salissent la couleur jaune du fond sans la rendre verte, et le gaz hydrogène combiné avec le charbon fournit la petite quantité de résine qu'elles offrent, mais le charbon et la résine sont tous les deux dans les plantes étiolées en moindre quantité que dans les plantes exposées à la lumière.

C'est à l'action immédiate de la lumière du soleil que l'on doit également ces phénomènes; sa chaleur en est presque ici tout-à-fait indépendante comme dans quelques faits relatifs aux changemens de couleur qu'elle produit. J'avois prié M.r Desaussure le père de répéter au col du Géant, c'est-à-dire à 1800 toises, au dessus du niveau de la mer les expériences que j'avois faites à Genève sur la coloration des bois par la lumière; il se trouva que les effets produits à cette élévation du sol par la lumière et à une température de 3 à 4° au dessus de zéro furent beaucoup plus intenses et plus prompts que ceux que j'avois observé à une chaleur de 20°, cependant il suivit les mêmes procédés que moi, et il y employa les mêmes moyens.

Il résulte de là que la lumière peut agir, et comme corps éclairant et comme corps qui communique la chaleur, et qu'elle produit comme corps éclairant des effets qu'elle ne sauroit produire comme corps qui communique la chaleur; c'est donc un fait assez remarquable, que l'acide carbonique puisse être décomposé par ces deux moyens, car cet acide car-

bonique que nous voyons décomposé dans les plantes par la lumière éclairante est aussi décomposé avec le soufre et le phosphore, par la chaleur qu'on lui applique, à moins que cet effet ne soit dû à la lumière produite pendant l'opération.

J'observerai seulement ici que si l'acide carbonique est décomposé dans les plantes sans lumière, comme je l'ai déjà remarqué; ce phénomène s'observe aussi comme je l'ai dit encore, quand on met cet acide en contact avec les sulphures; de sorte que mon explication de l'existence du carbone dans les plantes étiolées devient ainsi très-probable; si l'on suppose qu'il y a des sucs propres à produire cet effet quand ils sont aidés par l'action de la végétation.

On ne peut douter de l'action de la lumière sur l'oxygène et de l'effet produit par leurs affinités pour gazifier celui-ci; quand on voit l'acide nitrique décomposé par le seul contact de la lumière et le gaz oxygène qui s'en échappe; certainement rien n'empêche de croire que la lumière produise le même effet sur l'acide carbonique dans les plantes, quand elle y est aidée par l'organisation active de ces êtres organisés. Il est vrai qu'on ne sauroit décomposer cet acide dans les sucs extraits des végétaux quand on les expose au soleil, mais si cela faisoit une objection que l'on crût insoluble, il faudroit aussi nier que l'acide nitrique se décompose au soleil, parce que cet acide délayé d'eau ne s'y décompose pas, cependant la conséquence seroit bien fausse.

Il faut d'abord observer, que si les sucs sur lesquels on fait agir la lumière, quand on y expose

ceux que l'on retire des végétaux par l'expression se trouvent dans les plantes dont la lumière tire le gaz oxygène et qu'elle remplit d'acide carbonique, ils ne s'y trouvent pas dans le même état ; dans la plante ces sucs sur lesquels la lumière opère ont été filtrés, élaborés de manière qu'ils y sont séparés, appropriés pour l'action que la lumière doit exercer sur eux : au lieu que dans les sucs exprimés ils y sont mêlés avec la lymphe et délayés par elle : de sorte que comme les particules de l'acide nitrique sont garanties de l'action de la lumière par l'eau qui les étend, sans doute à cause de la différente réfraction que la lumière y éprouve et qui doit changer ses effets, ou par la différente porosité du fluide, ou plutôt par la différente disposition des globules qui le forment ; de même l'action de la lumière sur les sucs exprimés des plantes, n'est plus celle qu'elle exerce sur le suc séparé dans des organes particuliers qui doit en éprouver les effets ; d'ailleurs comme les expériences que j'ai rapportées montrent la nécessité d'un intermède pour favorisr la décomposition de l'acide carbonique ; il résulte du mélange de ces sucs dans ceux qui sont exprimés, que ceux-ci en changeant la nature de cet intermède, changent aussi les propriétés du suc produit. Aussi dans la plante le suc se conserve et il s'aigrit au soleil quand il y est exposé hors de ses vaisseaux naturels.

Si l'on fait attention ensuite à l'action de la lumière sur les feuilles, ou sur leurs sucs, on verra qu'elle est bien différente ; d'abord les couleurs ne sont plus les mêmes, et l'on sait que ces couleurs dépendent des

rayons réfléchis et absorbés ; de sorte qu'à cet égard les conditions ne seront plus semblables ; elles seront encore différentes par cette raison pour la quantité de la chaleur communiquée, et cette considération n'est pas inutile, puisqu'il y a du calorique à combiner avec l'oxygène.

Enfin si l'acide nitrique se décompose plus facilement à la lumière que l'acide carbonique, ne seroit-ce point parce que l'affinité de l'oxygène pour l'azote est moindre que celle de l'oxygène pour le carbone, et par conséquent encore, parce que l'oxygène dans l'acide nitrique est moins privé de son calorique que dans l'acide carbonique.

§ XXIII.

Mais comment se fait-il que les racines, les fleurs, les fruits murs, les graines ne donnent plus au soleil le gaz oxygène comme les parties vertes des plantes auxquels ils appartiennent et qu'ils donnent à leur place l'acide carbonique et l'azote ?

On pourroit dire que l'absence de la lumière en seroit la cause pour les racines et les graines qui se développent à l'obscurité ; mais il n'en est pas de même pour les fleurs et les fruits qui reçoivent toute l'action du soleil comme les feuilles. Cependant on peut assurer que cette raison seroit suffisante pour les racines qui ont une grande analogie avec les branches et les rameaux ; j'ai du moins prouvé par l'expérience, que les plantes étiolées ne donnent point de gaz oxygène : ce qui confirme ce que j'ai avancé sur la nécessité de certains sucs pour favo-

riser l'action de la lumière; or comme les plantes étiolées offrent des sucs plus délayés que les plantes vertes, et comme ils sont aussi plus délayés dans les racines que dans les branches, il paroît naturel de conclure, que ce délaiement est un obstacle à la production du gaz oxygène, lorsque les racines sont exposées au soleil : mais il y a plus, quand ces racines sont découvertes et exposées au soleil, elles y verdissent un peu, et alors leurs parties verdies donnent le gaz oxygène, comme le parenchyme des branches et des rameaux, et leurs feuilles le produisent comme celles de ces derniers.

Les fleurs, les fruits et les graines offrent un autre ordre de choses; voici de nouveaux organes destinés à préparer d'autres combinaisons; la seule observation suffit pour montrer cette double différence; il paroît donc bien naturel que des combinaisons nouvelles et des organes différens fournissent d'autres résultats, et par conséquent l'émission du gaz oxygène, comme le dépôt du charbon, qui sont nécessaires pour former les sucs propres, ces alimens des fleurs, des fruits et des graines dans le bouton, jusques à leur complet développement, comme je l'ai montré dans ma *Physiologie*, et ceci par une nouvelle élaboration dans ces organes particuliers; alors les fruits et les graines n'offrent plus les mêmes conditions à l'action de la lumière : le gaz oxygène, le carbone, par exemple, doivent former le sucre, de nouveaux acides subir une nouvelle espèce de fermentation, tout ici doit s'unir, rien ne doit se perdre : il faut qu'il s'y for-

me de nouveaux composés avec ceux que les sucs propres leur portent ; il faut qu'une nouvelle élaboration les perfectionne, et c'est l'effet d'une fermentation toujours établie ; c'est encore ici que s'accumulent l'acide carbonique, l'azote et l'eau ; mais celle-ci diminue par l'évaporation qu'elle subit ; cette évaporation rapproche ces élémens déjà rapprochés et les met en état d'agir plus énergiquement les uns sur les autres et de former ces combinaisons que les sucs propres n'auroient pas produites ailleurs : de sorte que dans la formation des fleurs et des graines, il n'y a pas plus de gaz oxygène à chasser que dans la formation de l'aubier et du bois ; alors encore il ne reste plus que l'acide carbonique et l'azote qui sont inséparables, et qui sortiront des organes qui les recèlent avec d'autant plus d'abondance que la chaleur favorisera davantage la fermentation, et c'est aussi parce qu'il y a eu beaucoup de gaz acide carbonique décomposé, qu'il est resté dans les fleurs et leurs organes une si grande quantité d'azote. Mais d'où vient cette quantité d'azote qui ne se trouve pas dans les autres parties des plantes ? Il me semble que l'on en trouve la cause dans les nouvelles combinaisons qui se sont formées ; il y a eu ou du gaz acide carbonique combiné, ou du décomposé pour former la matière sucrée et dans cette élaboration particulière, il aura perdu son azote qui se manifeste alors en plus grande abondance, parce qu'il se combine en plus petite quantité.

§ XXIV.

J'avois bien dit dans les expériences sur la germination, que je ne croyois pas que les plantes fussent le seul moyen de la nature pour restituer à l'atmosphère le gaz oxygène qu'il perd sans cesse avec abondance, par la respiration des animaux, par l'absorption qu'ils en font toujours par la peau, par celle que font les plantes au moins pendant la nuit, par les fermentations, etc.; mais je ne voudrois pas affirmer que les plantes n'y contribuent en rien, comme Spallanzani paroît entraîné à le croire; il me sembleroit qu'il a trop conclu des expériences faites dans des vaisseaux très-petits à ce qui se passe dans l'air libre.

Il est certain que dans ces petits vaisseaux, les végétaux ou leurs parties qui y sont renfermées souffrent beaucoup au soleil comme à l'ombre et à l'obscurité, quand ils y sont exposés, surtout quand l'expérience est prolongée : on y voit les feuilles se séparer du parenchyme vert et s'y anatomiser, de manière qu'il ne leur reste qu'un squelette formé par les fibres ligneuses; il est encore certain que lorsqu'on fait cette expérience dans des vaisseaux plus grands, mais avec le même volume de plantes, l'altération de l'air y est diminuée au commencement de l'expérience dans une proportion beaucoup plus grande que celle des volumes de l'air renfermé; de sorte qu'il faut conclure que l'influence délétère dans les petits récipiens est jusques à un certain point accidentelle, et qu'elle ne peut instruire exactement sur l'action des végétaux à l'air

libre, où ils sont dégagés des causes qui influent sur eux pour nuire à leur organisation.

Spallanzani a pourtant cru que l'air dans les bois étoit moins pur que dans les lieux découverts; cependant il paroît que son opinion qu'il énonçoit lui-même dans ses journaux avec la plus grande réserve étoit plutôt le résultat des idées que lui offroient ses expériences faites dans de petits vaisseaux, que celui des expériences suivies sur l'air de ces différens lieux.

Je me rappelle d'avoir fait des expériences de ce genre avec une attention et des précautions qui me paroissoient propres à éclairer cette question. J'avois trouvé le moyen de vider une caraffe contenant environ 611,43 grammes, ou 20 onces d'eau avec le degré de vîtesse que je voulois, de manière que lorsque cela me convenoit, elle ne se vidoit que dans 8 heures : de sorte que par ce moyen je pouvois lorsqu'elle étoit remplie d'eau remplacer ce fluide par l'air dans lequel elle se vidoit pendant cet intervalle de temps ou pendant un plus court, et afin de faire l'expérience plus sûrement, je disposai toujours mon appareil de manière que la caraffe ne fût pas entièrement vidée quand je voulois en examiner l'air, afin que l'air qu'elle contenoit ne pût pas se mêler plus abondamment avec l'air extérieur que par les gouttes d'eau qu'elle distilloit. Eh bien j'ai placé cet appareil pendant le jour et pendant la nuit dans le centre des têtes des arbres les plus touffus, je le plaçai de même dans les lieux les plus découverts, au-dessus des plantes herbacées

végétant avec le plus de vigueur, et je n'ai jamais trouvé dans aucun de ces cas une différence sensible entre ces différens airs pris dans des circonstances différentes relativement au but de l'expérience.

Mais il faut remarquer encore que si l'on compare les observations eudiométriques de l'air faites par divers physiciens en divers lieux sur terre et sur mer, en différens temps de l'année; on voit que leurs résultats sont toujours à-peu-près les mêmes, quand les degrés de chaleur ou de la condensation de l'air sont les mêmes et cela est vrai soit qu'on l'on s'élève sur la cîme des montagnes, soit que l'on descende au bord de la mer, soit qu'on l'examine dans des lieux arides, ou dans des lieux couverts par une végétation vigoureuse; soit que l'on aille vers le nord, ou vers le midi; soit enfin que l'on se trouve au milieu de l'Océan; soit enfin pendant le jour et pendant la nuit comme pendant toutes les saisons.

Si ces expériences qui ont été très-multipliées ne laissent pas de doute, elles montrent bien que le gaz oxygène fourni par les plantes ne change pas l'état de l'atmosphère, et ne le rend pas meilleur, mais par la même raison, elles prouveroient bien aussi qu'elles ne concourent pas à l'altérer.

§ XXV.

Ce seroit sans doute un beau problème à résoudre, que celui de la permanence de l'air que nous respirons dans son état de pureté constante, au milieu des causes innombrables, variées et toujours actives et renaissantes qui tendent à l'altérer: telles

sont entre mille autres la respiration de tous les animaux pendant toute leur vie, l'absorption du gaz oxygène par les animaux et les plantes vivans et morts jusques à leur dissolution complète, les corps en fermentation, les corps pourrissans, les combustions de divers genres, les cendres même, les vapeurs hydrosulphureuses, quelques métaux, etc. Cependant malgré toute cette perte de gaz oxygène, l'air atmosphérique reste constamment le même; celui des villes populeuses pris dans leurs places publiques n'est pas plus altéré que celui des plaines sans habitans ou des déserts. Ce phénomène mérite une grande attention par son importance et par les difficultés qu'il offre pour l'expliquer, comme par la lumière qu'il répandroit sur l'économie générale de la nature, et en particulier sur la météorologie; il offriroit un beau sujet de prix aux Académies et aux Sociétés savantes. Voici quelques idées qui se sont présentées à moi en m'occupant de ce sujet.

Il y a quelques faits qui doivent à ce qu'il me semble fixer les regards de ceux qui penseront à ce phénomène curieux.

Il est certain que l'eau de la mer, celle des lacs, des fleuves, des fontaines froides contiennent de l'acide carbonique, la présence des végétaux qui s'y développent l'auroit annoncée, si les expériences directes ne l'avoient pas fait remarquer; ces eaux contiennent aussi du gaz oxygène mais communément il y a plus d'acide carbonique que de gaz oxygène; cependant il y a des eaux comme celles du Vau-

dier si bien analisées par M.r Giobert, qui contiennent beaucoup plus de gaz oxygène. Le gaz acide carbonique trouvé dans les eaux peut y être produit par les animaux vivans qui y respirent et par ces animaux qui y périssent et qui s'y décomposent, par les végétaux qui y croissent et qui s'y détruisent, sans parler ici des éruptions locales qui peuvent l'enfanter : mais il ne faut pas perdre de vue, que ces eaux qui contiennent peu de cet acide en doivent prendre à l'air atmosphérique qui repose sur elles. Cependant on ne peut s'empêcher de remarquer que la quantité de gaz acide carbonique dans ces eaux est constamment la même, qu'elle n'y augmente pas et n'y diminue pas d'une quantité sensible.

Le gaz oxygène que l'on trouve dans ces eaux peut être un produit du gaz oxygène de l'air qu'elles ont absorbé, et de celui que les plantes et les animaux leur ont fourni. Quoique je ne veuille pas décider que les expériences faites dans des vases clos et en petit puissent rigoureusement mener à conclure pour ce qui se passe dans de grandes masses d'eau toujours agitées, ou la compression et les mélanges de mille substances pourroient influer sur le jeu des affinités; cependant je dirai ici que les conclusions de Spallanzani sont rigoureuses, parce que dans l'état de nos connoissances on ne doit pas aller au-delà des faits bien constatés, mais on ne doit pas exclure la possibilité de trouver ce que ces faits peuvent indiquer.

Il faut pourtant tirer toujours ce résultat; l'acide

carbonique et le gaz oxygène qui se trouvent dans les eaux, y sont au moins en partie pour tous les deux au dépens de l'air atmosphérique, mais il doit y avoir une portion de l'acide carbonique que l'on y trouve fournie par les êtres organisés, et une partie du gaz oxygène produit par les plantes; il ne faut pourtant pas oublier que ces eaux qui peuvent et qui doivent recevoir toujours ces deux gaz, qui ne semblent pouvoir employer leur gaz acide carbonique qu'au profit de la végétation, et qui consomment une grande quantité de gaz oxygène pour la respiration des myriades d'animaux qu'elles renferment, en ont toujours à très-peu près la même quantité. On comprendra aisément que je n'ai pu parler ici de ces sources qui comme celles de Seltzer et de Pyrmont contiennent une grande quantité d'acide carbonique ou de celles du Vaudier qui renferment une grande abondance de gaz oxygène; cependant il ne faut pas oublier que dans ces cas la même quantité de ces gaz y est presque toujours constante.

Je me dis donc à présent, ces productions d'acide carbonique et d'absorption de gaz oxygène sont constantes; elles se font dans toutes les minutes de la journée et tous les jours avec quelques variétés suivant les climats et les saisons, ou plutôt suivant le degré de chaleur que l'on y éprouve, puisque Spallanzani a démontré, pour les animaux et les plantes, que cette production d'acide carbonique et cette absorption de gaz oxygène étoient proportionnelles à l'augmentation de la chaleur dans de certaines

limites, et qu'elles devenoient nulles ou presque nulles quand le thermomètre étoit à zéro pour les plantes et pour quelques espèces d'animaux vivans, mais pour tous quand ils étoient morts.

Il résulte donc de ces faits que le gaz acide carbonique toujours produit doit s'accroître dans l'air et dans les eaux; tandis que le gaz oxygène toujours absorbé doit y diminuer; mais cette conséquence immédiate des faits est manifestement fausse, puisqu'il est démontré par une foule d'expériences eudiométriques faites en mille endroits différens et en mille circonstances que l'acide carbonique n'est jamais la centième partie du volume de l'air commun, et que la quantité du gaz oxygène ne varie jamais que de quelques centièmes en plus et en moins, comme je m'en suis bien assuré pendant 25 ans, encore je ne voudrois pas affirmer que ces variations fussent indépendantes des moyens que j'ai employé pour les découvrir; de sorte que l'on peut dire avec vérité que les proportions des gaz oxygène et azote dans l'air que nous respirons sont à-peu-près toujours les mêmes.

On peut en dire autant des grandes masses d'eau qui paroissent toujours contenir la même quantité des gaz acide carbonique, oxygène et azote comme l'expérience le confirme tous les jours.

Si donc les causes qui consomment le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique avec l'azote sont constantes comme l'expérience l'apprend; il faut aussi que les causes qui dissipent ce gaz acide carbonique et l'azote, et qui reproduisent le gaz oxy-

S'il y avoit un moyen de décomposer constamment cet acide carbonique dans la proportion de sa production, le problème seroit résolu; puisqu'en retrouvant le gaz oxygène, on auroit le gaz azote lié avec lui, le carbone rentreroit dans la circulation générale et s'appliqueroit à la formation et à la conservation de nouveaux êtres organisés semblables à ceux qui l'ont formée.

On avoit cru trouver cette solution lorsque l'on avoit pensé que l'agitation des grandes masses d'eau pouvoit décomposer l'acide carbonique; mais les expériences de Spallanzani ont beaucoup diminué la probabilité de ce moyen; d'ailleurs seroit-il probable que le carbone s'engouffrât dans les eaux d'où il ne resortiroit plus, ce qui auroit bientôt épuisé celui qui seroit sur le reste du globe, et si on le formoit avec les élémens qui lui appartiennent, ces élémens eux-mêmes se détruiroient par leur emploi successif.

On pourroit croire que l'acide carbonique qui entre dans la formation des matières calcaires et des coquillages pourroient délivrer l'atmosphère de celui qui y entre, sur-tout quand on pense à ces récifs calcaires qui enveloppent les isles de la mer du Sud, les bords de la mer rouge et qui sont peut-être les bases de la plupart des isles; mais cet effet seroit bien lent et l'acide carbonique absorbé par eux quelque grande que soit la quantité qu'ils en contiennent, équivaudroit-elle à la quantité d'acide carbonique produit chaque jour sur le globe; et si l'on pouvoit soupçonner que cela se passât de

cette manière, ce que mille considérations rendent improbables, cela ne rendroit pas à l'atmosphère le gaz oxygène qu'elle auroit perdu, à moins de supposer que ces concrétions calcaires se décomposent dans la même proportion ; cette supposition ne seroit pourtant pas fondée, puisque l'observation nous apprend que ces récifs augmentent, bien loin de diminuer. Il résulte néanmoins de ces considérations qu'il y a encore de l'air perdu à retrouver, et l'on ne peut imaginer cette perte, puisque le baromètre nous montre depuis Toricelli que les colonnes d'air qui reposent sur la terre ont conservé le même poids. J'ai donc encore augmenté la difficulté puisqu'il faut trouver une quantité d'air toujours égale à celle qui se consume à chaque instant par les êtres inorganisés et à celle qui ne rentre peut-être jamais dans la circulation ou du moins que très-long-temps après son emploi.

Où chercher donc ce gaz oxygène? J'avoue qu'il est impossible de le trouver ailleurs que dans des sources permanentes qui le fourniront toujours, qui le fourniront dans la même quantité et qui conserveront à l'air atmosphérique l'identité dans le poids et dans les proportions de ses composans.

Sera-ce dans l'intérieur de la terre? je n'y vois aucune impossibilité, quoique cela ne paroisse pas probable; je n'en vois sortir que le gaz acide carbonique, et l'on sait que la terre absorbe le gaz oxygène de l'atmosphère; on sait bien aussi que le gaz hydrogène s'échappe de quelques mines, qu'il s'élève au-dessus de ces terrains brûlans, tels que

que Spallanzani a décrits dans ses voyages; mais je n'ai vu nulle part qu'il y eût des éruptions de gaz oxygène, à moins d'en chercher la source dans les oxides métalliques; on trouve au moins communément les métaux sous cette forme et très-rarement autrement; mais on ne peut guères imaginer que ce soient ces oxides toujours oxidés qui fournissent le gaz oxygène.

Il faut donc revenir aux eaux où l'on trouve toujours une petite quantité de gaz oxygène, et la vie des poissons que les eaux renferment le démontre, puisqu'ils ne sauroient vivre sans lui, mais nous avons vu que ces eaux en contiennent toujours la même quantité: je sais bien que les eaux absorbent le gaz oxygène, comme je l'ai vu avec mille autres; de sorte qu'il est plus probable que les eaux le prennent, qu'il ne l'est que les eaux le donnent, puisqu'il paroît que les eaux n'ont pas la faculté de décomposer l'acide carbonique, et que les animaux aquatiques peuvent absorber le gaz oxygène de l'atmosphère au travers de l'eau, comme ils viennent le sucer à sa surface.

Il est vrai que l'on pourroit peut-être imaginer que l'eau se décompose, mais il faudroit en indiquer les moyens; il faudroit expliquer comment les eaux diminuées par cette décomposition restent toujours les mêmes pour leur quantité: il faudroit montrer ce que deviendroit l'acide carbonique qui disparoît, le gaz hydrogène de l'eau qu'on ne retrouve presque nulle part, de sorte que cette ressource est encore rigoureusement exclue.

S'il y a du gaz oxygène produit pour entretenir

le feu des volcans, ce gaz est employé pour entretenir le feu qui les dévore, il ne s'échappe pas sous sa forme, au contraire il produit une quantité de gaz acide carbonique que l'on trouve dans les eaux qui coulent de leurs entrailles, dans les grottes formées autour d'eux, enfin ces volcans ne brûlent pas toujours.

Mais les sels acides en se décomposant pourroit former le gaz oxygène et les sels acides végétaux se décomposent aisément; l'acide muriatique même paroît se décomposer dans les muriates mêlés avec des corps fermentans; enfin l'acide muriatique est le plus répandu : il semble qu'on le trouve partout, malgré cela, je ne vois dans cette idée que des vraisemblances très-légères; ces acides sont en une quantité trop petite, ils ne sont pas assez répandus sur la surface de la terre pour produire ce gaz oxygène, et ils ne se trouvent pas toujours dans les conditions propres à éprouver cette décomposition; d'ailleurs les eaux qui contiennent ces sels paroissent en contenir toujours à-peu-près la même quantité, de sorte qu'il ne sauroit y en avoir aucune diminution; les plantes qui en fournissent n'en ont jamais encore que les mêmes doses, cette décomposition de l'acide marin est fort lente et l'on ignore presque ses composans.

Au milieu de toutes ces difficultés qui paroissent insurmontables, il ne reste que la voie des hypothèses; mais il y a encore quelques données propres à répandre une foible lueur sur ce sujet qu'il ne faut pas négliger de saisir.

C'est un fait que l'on ne trouve guères dans l'air

atmosphérique qu'un centième d'acide carbonique; c'est encore un fait que l'acide carbonique s'élève à chaque seconde dans l'air; si donc l'acide carbonique ne s'accumule pas dans l'air, il faut que cet acide le quitte ou qu'il s'y décompose.

Cet acide ne pourroit quitter l'air atmosphérique que de deux manières, ou en se précipitant sur la terre, ou en gagnant les parties les plus élevées de l'atmosphère.

L'acide carbonique ne paroît pas se précipiter sur la terre et y rester, puisque sa quantité ne s'y augmente pas, et puisqu'il est démontré qu'il s'en exhale continuellement quand la température n'est pas trop basse; on sait de même que les eaux n'en contiennent jamais que la même quantité, ce qui ne pourroit arriver si ce gaz s'y accumuloit.

L'acide carbonique ne paroît pas s'élancer entièrement dans les airs, puisqu'il en reste environ un centième dans les couches basses; il est vrai que Desaussure en a trouvé sur la cîme du Mont-Blanc, puisque l'eau de chaux s'y couvrit d'une mince pellicule, comme on l'observe dans la plaine; ce qui annonceroit qu'il n'y en a pas une quantité plus grande dans cette haute élévation qu'il n'y en a dans la plaine, et par conséquent qu'il ne s'y forme point d'accumulation.

Il paroîtroit donc que l'acide carbonique doit rester dans l'atmosphère; mais il ne s'y accumule pas; mais il n'y en a jamais qu'un centième; mais le gaz oxygène de l'atmosphère aux dépens duquel il a été formé reste toujours dans la même pro-

portion avec l'azote ; mais le baromètre indique toujours le même poids dans les colonnes de l'atmosphère : de sorte qu'en supposant que l'acide carbonique reste dans l'atmosphère sans une nouvelle production de gaz oxygène ; il est évident que les $\frac{28}{100}$ de carbone qui se sont ajoutées au gaz oxygène devroient changer son poids d'une manière sensible, ce que l'on n'a pas remarqué.

On pourroit peut-être dire, que l'acide carbonique qui est dans l'air se dissout dans les vapeurs et qu'il retombe avec la pluie, les rosées, etc., cela arrive bien aussi, mais on sait de même que la quantité d'acide carbonique contenue dans la pluie et dans la rosée est très-petite, et qu'elle ne peut ni de près, ni de loin être comparée à la quantité d'acide carbonique produite sans cesse dans l'atmosphère par les corps organisés et inorganisés.

Il résulte donc de là que cet acide carbonique doit au moins en très-grande partie être contenu dans l'atmosphère ; mais puisque l'on ne peut jamais le trouver, il faut conclure qu'il y a un moyen pour le faire disparoître, et ce moyen est celui de la nature que l'on ne connoît pas.

Il seroit donc permis d'imaginer que ce gaz oxygène se décompose dans l'air lui-même ; et j'établis cette hypothèse sur une expérience qu'avoit faite Félix Fontana, qui ferma soigneusement une chambre et qui y répandit une très-grande quantité de gaz acide carbonique, après l'opération il n'aperçut aucun changement endiométrique dans l'état de l'air qu'il avoit éprouvé auparavant.

Cependant comme il y auroit une partie de cet acide carbonique absorbé et retenu par les concrétions calcaires qui se forment sans cesse, je pense aussi qu'il seroit bien possible que les fibres végétales et animales qui absorbent une grande quantité de gaz oxygène, comme on l'apprend par les expériences de Spallanzani, dégageassent ce gaz lorsqu'elles se décomposent, peut-être sous la forme d'acide carbonique qui seroit décomposé par les moyens que j'ai soupçonné; d'ailleurs on sait de même que les plantes produisent ce gaz pendant qu'elles végètent.

Il ne resteroit que le carbone qui pourroît être flottant dans l'air jusques à ce qu'il se fût assez oxidé pour se précipiter, et certes l'on sait bien que l'on voit des corps flottans dans l'air que les pluies balaient.

Au reste je suis bien éloigné de prétendre avoir résolu de cette manière ce problème important, il me semble n'avoir fait que ce qu'il faut pour inspirer aux physiciens le désir de s'en occuper.

§ XXVI.

Après avoir lu ces expériences de Spallanzani sur les animaux et les plantes, on voit un nouveau rapport entre tous les genres des êtres organisés. Tous ces êtres démontrent les mêmes rapports avec le gaz oxygène, ils ont tous le pouvoir de l'absorber et de produire l'acide carbonique; ils l'ont non-seulement lorsqu'ils sont entiers et vivans, mais encore dans leurs fragmens et après leur mort.

L'organisation produit donc dans les deux règnes les mêmes effets, elle a les mêmes rapports avec

l'air atmosphérique ; mais les circonstances et les résultats sont-ils aussi semblables.

Les animaux et les plantes diminuent la quantité du gaz oxygène de l'air atmosphérique dans lequel ils sont renfermés ; ils y produisent l'acide carbonique soit en l'extrayant tout formé de leurs substances, soit par leur contact avec le gaz oxygène ; ils y combinent tous du gaz oxygène qui s'incarcère probablement dans leurs fibres, et ils donnent naissance à ces effets pendant leur vie et après leur mort ; les quantités d'acide carbonique produit, de gaz oxygène absorbé et même de gaz azote fourni sont assez considérables. Je remarquerai ici que cet azote que l'on croyoit seulement rendu par les substances animales dans leurs analises, que nos analistes modernes avoient su découvrir dans les produits des végétaux est encore exhalé hors d'eux pendant leur vie. Voilà donc des titres de ressemblance qui confondent ces deux genres ou ces deux ordres d'êtres organisés, et voici des preuves que l'air atmosphérique avoit été calculé pour leurs besoins et que leur organisation a été mise en rapport avec l'atmosphère.

Mais ces ressemblances n'excluent pas des différences considérables ; ainsi par exemple la lumière ne change pas la nature des gaz que les animaux exhalent, comme dans les végétaux ; les animaux dans aucun cas connu ne donnent du gaz oxygène ; celui qui s'échappe par la respiration est celui qu'ils ont inspiré, et les plantes en donnent toujours à la lumière ; les plantes n'absorbent pas le gaz oxygène à la lumière et n'y donnent que peu ou point d'acide carbo-

nique, les animaux y donnent comme à l'obscurité le gaz acide carbonique et y absorbent de même le gaz oxygène. Les animaux ne rendent pas communément l'azote pendant leur vie sous la forme de gaz, mais les plantes en exhalent toujours plus ou moins avec le gaz oxygène, et il se trouve mêlé avec plus ou moins d'acide carbonique. Les animaux rendent, il est vrai, beaucoup d'azote dans leurs urines et paroissent ainsi en combiner beaucoup plus que les plantes qui en offrent peu par leur analise, mais si celles-ci l'exhalent, on a la preuve complète qu'elles le repoussent sans le combiner; il faut pourtant reconnoître qu'il y a quelques espèces qui semblent faire cette combinaison.

Ne pourroit-on pas soupçonner que le charbon qui se trouve dans les animaux y est porté comme dans les plantes par la voie de l'acide carbonique et de l'hydrogène oxy-carboné, mais comme ce dernier gaz se combine plus étroitement avec les huiles, il ne paroît pouvoir s'en dégager que par la décomposition de leurs composans, et c'est peut-être à cela qu'est due la propriété qu'ont les huiles d'absorber le gaz oxygène.

On ne peut pourtant s'empêcher de remarquer cette uniformité de moyens pour conserver les êtres organisés; ils sont composés des mêmes élémens et ils ne paroissent différer que par leurs proportions dans les mélanges, c'est aussi pour cela qu'ils se servent réciproquement d'alimens; qu'ils se trouvent placés au milieu des mêmes substances et qu'ils sont toujours en rapports avec elles.

§ XXVII.

Ce paragraphe ou plutôt cette note devient inutile à ceux qui ont eu la patience de lire les ouvrages que j'ai publié sur le sujet traité dans ce volume, mais comme j'ai eu souvent l'occasion de me citer, de la même manière que l'auroit sûrement fait Spallanzani ; et comme j'ai craint de multiplier les notes en renvoyant toujours à mes ouvrages ; j'ai cru qu'il seroit plus court d'indiquer ici, les principaux articles sur lesquels roulent ces citations avec les ouvrages d'où elles sont tirées : j'ai pensé qu'il seroit facile à ceux qui auroient quelque goût pour ce genre de recherches, de lire les ouvrages que j'ai indiqué où ils trouveront tout ce que j'ai annoncé. Les ouvrages dont je parle, sont :

Mémoire physico-chimiques, 3 vol., publiés en 1782.

Recherches sur l'influence de la lumière solaire pour métamorphoser l'air fixe en air pur par la végétation, 1 vol. 1783.

Expériences sur l'influence de la lumière solaire dans la végétation, 1 vol. 1788.

Je ne dis rien de ma *Physiologie végétale*, imprimée en 1790 pour l'Encyclopédie par ordre de matières, ni de l'édition que j'en ai donnée en 5 vol. l'an VIII, ou j'ai traité à fond la décomposition de l'acide carbonique par la végétation, comme dans les *Recherches sur l'influence de la lumière solaire dans la végétation*. Je me borne ici à quelques sujets que Spallanzani a traité après moi.

L'air commun et l'acide carbonique ne s'altèrent pas au soleil pendant plusieurs jours. *Mémoires phys. chimiques*, T. I, p. 278. *Expériences sur l'action de la lumière*, p. 324.

L'eau ne gâte pas l'air qui repose sur elle. *Mémoires phys. chim.*, T. I, p. 35.

Effet de la chaleur. *Expériences sur l'action de la lumière solaire*, p. 163.

Expériences faites en hiver, ibid. p. 168. *Mém. phys. chim.*, T. I, 163.

Air produit dans les gaz hydrogène, azote, oxygène et air commun. *Mém. phys. chim.*, T. I, p. 231 et 237. *Expériences sur l'action de la lumière solaire*, p. 233, 237, 241, 244.

Absorption de l'air à l'obscurité. *Mém. phys. chim.*, T. I, p. 85.

Les feuilles qui n'ont point donné d'air à l'obscurité, en fournissent quand elles sont exposées à la lumière. *Expériences sur l'action de la lumière solaire*, p. 48, 226.

Les feuilles à l'obscurité dans les eaux chargées d'acide carbonique ne donnent point d'air, *ibid.* 54.

Les plantes gâtent l'air à l'obscurité, *ibid.* 116, 139, 140.

L'air sort de l'intérieur des plantes. *Mém. phys. chim.*, T. I, p. 26, 28.

Les plantes donnent moins d'air dans l'air que dans l'eau. *Mém. phys. chim.*, T. I, p. 228.

L'acide carbonique cause de la production du gaz oxygène dans l'exposition des plantes au soleil. *Expériences sur l'action de la lumière solaire*, 214.

Le gaz acide carbonique, s'échappe hors des plantes exposées au soleil. *Mém. phys. chim.*, T. I, p. 333. *Expériences sur l'action de la lumière*, p. 182, 192, 327.

L'acide carbonique produit par les plantes, *ibid.* p. 192.

Air fourni par les plantes dans les eaux bouillie et distillée. *Mém. phys. chim.*, p. 37. *Recherches sur l'influence de la lumière solaire*, p. 17.

Plantes qui donnent moins d'air au soleil dans les eaux chargées d'acide carbonique que dans l'eau commune. *Mém. phys. chim.*, T. I, p. 313.

Acide carbonique trouvé dans l'air des plantes. *Expériences sur l'action de la lumière solaire*, p. 430.

Les plantes exposées au soleil dans une eau aérée, lorsque cette eau est mêlée avec l'eau de chaux donne un précipité gommeux. *Recherches sur l'influence de la lumière solaire*, p. 25.

Expériences sur toutes les parties des plantes. *Mém. phys. chim.*, T. I, p. 151, 296, 298, 299.

FIN DU TROISIÈME ET DERNIER VOLUME.